ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ОСНОВАННОЕ

заслуженнымъ профессоромъ П. А. Зиловымъ

И ИЗДАВАЕМОЕ

профессоромъ Г. Г. Де-Метцомъ.

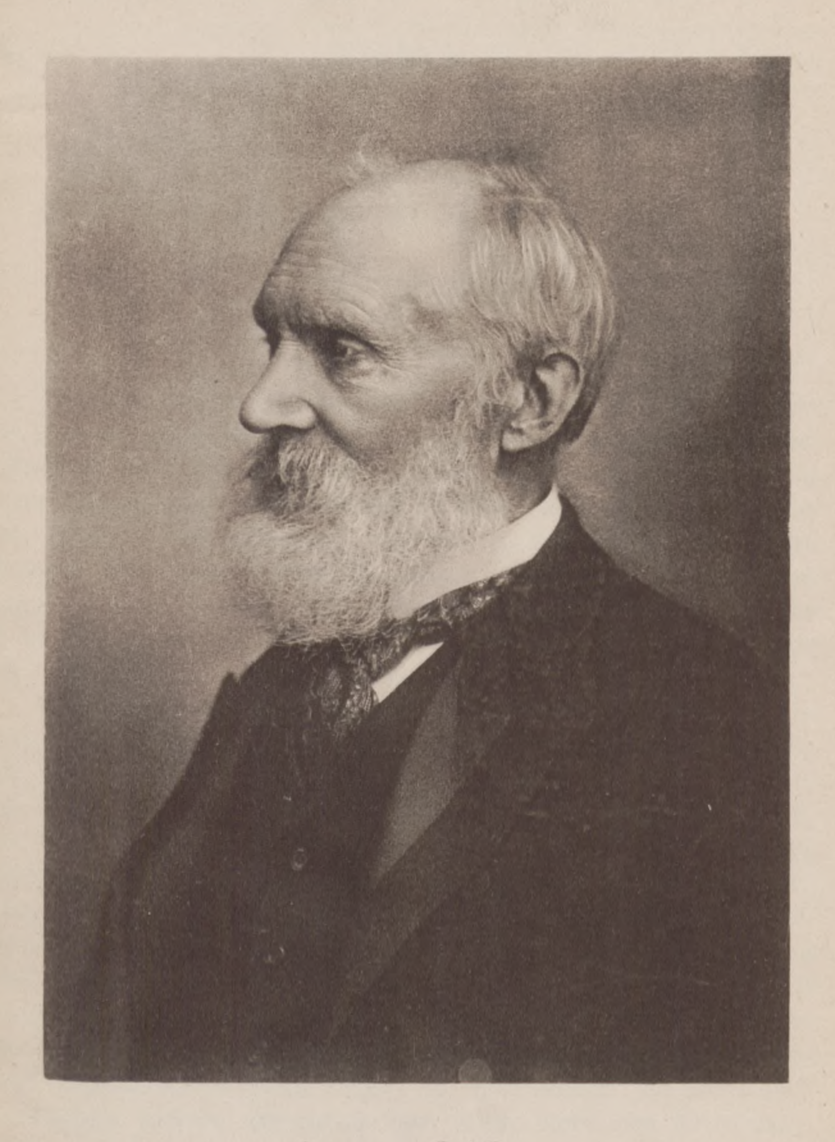
1908 г. ТОМЪ 9. № 2.

СОДЕРЖАНІЕ.



КІЕВЪ.
Тип. С. В. Кульженко, Пушкинская ул., д. № 4.
1908.





Лордъ Кельвинъ.



ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1908 г. ТОМЪ 9. № 2.

Лордъ Кельвинъ.



Г. Пуанкаре[1]).

Смерть лорда Кельвина была тяжелымъ ударомъ для всего ученаго міра; надъ нею въ равной мѣрѣ скорбѣли и тѣ почитатели его генія, которые его лично не знали, и тѣ, на чью долю выпало счастіе сблизиться съ нимъ, и которые научились его любить. Онъ оставилъ глубокіе и долговѣчные слѣды въ физикѣ, или, какъ англичане называютъ ее, въ естественной философіи, не только благодаря своимъ личнымъ трудамъ, но и большому вліянію, которое онъ оказывалъ на широкіе круги ученыхъ и на своихъ учениковъ.

Въ этомъ краткомъ этюдѣ я могу привести только общія черты его дѣятельности, выдвигая самыя характерныя изъ нихъ. На первый взглядъ насъ больше всего поражаетъ въ немъ то, что человѣкъ, оказавшій столь значительныя услуги практикѣ, въ то-же время съ любовью предавался самымъ отвлеченнымъ размышленіямъ; онъ непрерывно прилагалъ всѣ свои усилія къ тому, чтобы похитить у природы самыя сокровенныя и ревниво оберегаемыя ею тайны. Это сочетаніе теоріи съ практикой несомнѣнно самая характерная черта генія лорда Кельвина. Я вижу его еще предъ собою, какъ онъ перелистываетъ свои записныя книжки, гдѣ изслѣдованія по кинетической теоріи газовъ переплетаются такъ тѣсно съ разсчетами по постройкѣ подводнаго кабеля, что только онъ одинъ могъ въ нихъ разобраться. Здѣсь можно было видѣть, сколько разъ въ продолженіе нѣсколькихъ дней умъ его переходилъ отъ одного изъ этихъ предметовъ къ другому.

[1]) La Lumière Électrique, 1908. (2) 1 p. 139.

И пусть не говорятъ, что это направленіе ума, свойственное англичанамъ. „Какъ вы счастливы во Франціи, сказалъ онъ мнѣ однажды, вы не страдаете, какъ мы, этимъ постояннымъ разъединеніемъ науки и практики“. Онъ смотрѣлъ на то, что происходитъ во Франціи, быть можетъ, слишкомъ оптимистически, но во всякомъ случаѣ это доказываетъ, что зло, на которое онъ жаловался, часто встрѣчается въ Англіи. Въ обѣихъ странахъ и, вѣроятно, во всѣхъ странахъ весьма рѣдки люди, соединяющіе даже въ слабой степени эти два противоположныя качества.

Я познакомился съ нимъ поздно, но онъ еще сохранилъ свою молодость; онъ не потерялъ ее до послѣдняго дня своей жизни. До послѣдняго дня его юношескій пылъ, его способность увлекаться остались нетронутыми. Но у старцевъ гораздо труднѣе сохраняется способность приспособляться и измѣнять свои взгляды, способность сожигать то, чему они поклонялись. Поэтому я былъ крайне пораженъ, когда въ апрѣлѣ прошлаго года, во время нашего свиданія въ Глазго, я услышалъ отъ него объ идеяхъ, которыя были ему нѣкогда очень дороги, и отъ которыхъ онъ теперь отказался. О томъ-же онъ сообщилъ нѣкоторымъ своимъ ученикамъ; это вызвало между ними полное смущеніе, они не могли слѣдовать за нимъ въ его эволюціи, они не были такъ молоды, какъ онъ.

Нельзя не упомянуть о другой особенности. Гдѣ искать самыя глубокія его мысли? Въ его популярныхъ чтеніяхъ (Popular Lectures). Лекціи эти, такимъ образомъ, не представляютъ обыкновенныхъ популяризацій, которымъ онъ посвящалъ бы поневолѣ нѣсколько часовъ, отнятыхъ у болѣе серьезной работы. Онъ не снисходилъ, когда говорилъ къ народу, такъ какъ часто для него и передъ нимъ мысль его облекалась въ самую оригинальную форму. И вотъ почему на однихъ и тѣхъ-же страницахъ непосвященный читатель и ученый ищутъ и находятъ пищу для своего ума. Какъ это происходитъ? Очевидно, отъ свойствъ его ума. Онъ не думалъ посредствомъ формулъ, онъ думалъ при помощи образовъ; присутствіе многочисленной публики, необходимость быть понятымъ ею внушали ему образъ и вдохновляли обыкновенно его мысль.

Вильямъ Томсонъ, будущій лордъ Кельвинъ, родился въ Бельфастѣ 26 іюня 1824 года; онъ былъ вторымъ сыномъ Джэм-

са Томсона, профессора Королевскаго Академическаго Института въ Бельфастѣ. Отецъ его, сынъ фермера, благодаря своей энергіи, самъ себѣ пробилъ дорогу; въ 1832 году онъ былъ приглашенъ въ Глазговскій университетъ въ качествѣ профессора математики; въ этотъ университетъ онъ опредѣлилъ своихъ обоихъ сыновей, Джемса и Вильяма, которымъ судьба сулила въ будущемъ славу. Прекрасно подготовленные отцомъ, они вскорѣ обратили на себя вниманіе. Въ Кембриджѣ Вильямъ принялъ участіе въ конкурсѣ на степень „senior wrangler" въ 1841 году, но попалъ только во второй разрядъ; судьи его сознавали, что попавшій въ первый разрядъ стоялъ гораздо ниже Томсона, но они не были свободны отъ предразсудка балловъ. Пожалуй, въ сущности Англія отличается меньше отъ Франціи, чѣмъ привыкли думать. Въ томъ же году Вильямъ Томсонъ получилъ „fellowship" [1]) въ колледжѣ св. Петра.

Это „fellowship" представляетъ учрежденіе, которое, насъ поражаетъ; идея о платныхъ чиновникахъ, получающихъ жалованіе для того только, чтобы свободно работать и знать что имъ угодно, идетъ въ разрѣзъ съ нашими административными традиціями. Но въ Англіи въ это время свобода въ выборѣ мѣста и предмета занятій была тѣмъ важнѣе, что въ Кембриджѣ не было серьезно организованной лабораторіи. Такимъ образомъ Томсонъ пріѣхалъ въ Парижъ и работалъ у Реньо; онъ занимался изслѣдованіями по теплотѣ, и ему было только двадцать два года, когда Глазговскій университетъ пригласилъ его на кафедру натуральной философіи, которую онъ потомъ занималъ болѣе полувѣка и вплоть до 1899 года. По примѣру того, что онъ видѣлъ въ Парижѣ, онъ учредилъ при своей кафедрѣ лабораторію, что, повидимому, по ту сторону Ла-Манша было новшествомъ; наши лабораторіи были бѣдны, но онѣ по крайней мѣрѣ существовали. Не нужно однако думать, что въ теченіе своей молодости, посвященной научному труду, онъ остался чуждъ столь излюбленнымъ англійскими студентами физическимъ упражненіямъ и спорту. Говорятъ даже, что онъ отличился въ одной регатѣ, и англичане цитируютъ его какъ примѣръ, когда ихъ спрашиваютъ, одни-ли и тѣ-же молодые люди

---

[1]) Званіе аналогичное русскому „профессорскому стипендіату"

отличаются на конкурсахъ и въ спортѣ. Приводятъ-ли они всегда одинъ и тотъ-же примѣръ, потому что онъ самый выдающійся среди всѣхъ или потому что онъ единственный, я не берусь этого рѣшить.

Мы упомянемъ только о его первыхъ работахъ, когда одновременно съ нѣкоторыми довольно изящными чисто математическими изслѣдованіями онъ началъ заниматься теоріей теплоты Фурье, теоріей потенціала и электростатикой. Послѣднія работы привели его къ открытію метода изображеній, о которомъ будетъ рѣчь впереди; но онъ началъ обращать на себя вниманіе главнымъ образомъ своими изслѣдованіями по термодинамикѣ. Это было въ моментъ зарожденія этой науки; тогда только что былъ открытъ принципъ эквивалентности, но онъ еще не былъ признанъ всѣми и, что важнѣе, еще не всѣми понятъ. Съ другой стороны, поверхностному читателю могло показаться, что изъ знаменитаго труда Карно нельзя было уже ничего извлечь, что сущность его идей была несовмѣстима съ новымъ принципомъ, и что онѣ были окончательно отвергнуты.

Предстояла такимъ образомъ важная задача дать принципу эквивалентности и принципу Карно ихъ окончательную форму и согласовать ихъ вмѣстѣ. Къ этой цѣли независимо другъ отъ друга пошли Клаузіусъ, Гельмгольтцъ, Ранкинъ и Томсонъ; и здѣсь повторилось то-же, что въ предъидущій періодъ съ Мейеромъ и Джаулемъ, открывшими одновременно принципъ эквивалентности. Есть моменты, когда давно посѣянное зерно уже готово къ всходу и вдругъ одновременно повсюду выростаетъ изъ земли.

Вильямъ Томсонъ въ первые свои годы оставался вѣренъ первоначальнымъ идеямъ Карно; сначала онъ былъ только знакомъ съ ними по одному изъ мемуаровъ Клапейрона; но когда онъ добылъ, наконецъ, оригинальный мемуаръ, онъ изложилъ его въ блестящей формѣ и въ разностороннемъ освѣщеніи, причемъ немедленно вывелъ изъ него возможность абсолютнаго опредѣленія температуры, независимо отъ выбора термометрическаго тѣла. Въ это время, т. е. въ 1848 году, онъ писалъ еще, что превращеніе теплоты въ работу, по всей вѣроятности, невозможно. Но вдругъ братъ его, Джемсъ Томсонъ, нашелъ, что давленіе понижаетъ точку замерзанія воды, и Вильямъ тогда показалъ, что это явленіе служитъ подтвержденіемъ теоріи Карно.

Однако, въ 1850 году Вильямъ Томсонъ вслѣдъ за изслѣдованіями Ранкина склоняется къ воззрѣніямъ Джауля и въ слѣдующемъ году помѣщаетъ въ „Transaction of the Royal Society Edimburgh“ большую статью „О динамической теоріи тепла“, въ которой онъ уже окончательно принимаетъ новыя воззрѣнія на природу теплоты. Онъ относится съ любовью къ тому, что онъ сжегъ, но у него достаточно осторожности, чтобы не сжечь совершенно все то, чему онъ поклонялся; онъ часто видѣлъ, какъ опытъ подтверждалъ идеи Карно, которыя сдѣлались его собственными; этого нельзя было приписать случаю, но нельзя было и сохранить ихъ въ первоначальномъ видѣ; онѣ непремѣнно заключали часть правды, и для того, чтобы ее обнаружить, онъ не напрасно прилагалъ всѣ свои усилія. Напримѣръ, не было необходимости отказываться отъ абсолютной шкалы температуръ, созданной подъ вліяніемъ Карно; достаточно было ее видоизмѣнить.

Въ другихъ статьяхъ Томсонъ вводилъ понятіе о разсѣяніи энергіи, къ которому въ свою очередь пришли Ранкинъ и Клаузіусъ, равнымъ образомъ какъ и понятіе объ эффективной механической работѣ, дѣйствительно присущей теплотѣ, заключенной въ тѣлахъ различной температуры.

Дальше послѣдовало открытіе такъ называемаго Джауль-Томсоновскаго явленія; законъ, извѣстный подъ именемъ закона Джауля, былъ приложимъ только къ идеальнымъ газамъ, и болѣе точные опыты позволяли измѣрить отступленія между теоретическимъ и дѣйствительнымъ закономъ. Это именно и служило основой дѣйствительнаго опредѣленія открытой имъ абсолютной шкалы температуръ. Извѣстно, что впослѣдствіи явленіе Джауля-Томсона нашло себѣ важное практическое примѣненіе, и что исключительно оно лежитъ въ основаніи дѣйствія машины Линде для производства жидкаго воздуха.

Новыя термодинамическія теоріи обнимали не только жидкости; онѣ должны были быть вѣрными и для твердыхъ тѣлъ, но тамъ онѣ усложнялись, такъ какъ къ термическимъ явленіямъ прибавлялись явленія упругости,—въ этомъ состоитъ содержаніе статьи, помѣщенной имъ въ 1878 году въ Британской Энциклопедіи подъ заглавіемъ „Упругость и Теплота“. Такъ какъ въ это время онъ сталъ сильно интересоваться космологическими вопросами, то приложеніе приведенныхъ началъ

къ физикѣ земного шара занимаетъ въ этой статьѣ видное мѣсто.

Термодинамика играетъ тоже не малую роль въ электрическихъ явленіяхъ, и термоэлектрическія явленія не могутъ не подчиняться ея законамъ,—Томсонъ показалъ эту законность. Не все происходитъ такъ просто, какъ могло казаться на первый взглядъ, чему лучшимъ примѣромъ служитъ открытіе явленія Томсона, т. е. разницы потенціаловъ при контактѣ двухъ металлическихъ массъ химически однородныхъ, но температура которыхъ различна.

Что касается контактной разницы потенціаловъ, то онъ остался вѣренъ до конца воззрѣніямъ своей молодости. Въ 1851 году онъ напечаталъ свой основной трудъ о Вольтовомъ столбѣ; онъ разсматривалъ эффектъ Вольты, какъ годъ химическаго взаимодѣйствія на разстояніи между цинкомъ и мѣдью и въ 1883 году онъ примѣнилъ это воззрѣніе для опредѣленія величины атомовъ. Его взгляды на этотъ вопросъ значительно уклоняются отъ общепринятыхъ.

Въ области электричества и магнитизма нѣтъ отдѣловъ, не изслѣдованныхъ имъ, и потребовалось бы слишкомъ много времени для перечисленія всѣхъ статей, которыя онъ посвятилъ этому предмету. Приведемъ для примѣра изящный методъ изображеній, дающій рѣшеніе многихъ вопросовъ электростатики, какъ-то распредѣленіе электричества на поверхности линзы или же нѣсколькихъ шаровъ, расположенныхъ по сосѣдству. Методъ изображеній приложимъ не только къ электростатикѣ, но и къ магнитной индукціи и между прочимъ онъ позволяетъ предвидѣть свойства пластинки въ присутствіи магнитнаго полюса.

Въ безпроволочной телеграфіи, какъ извѣстно, примѣняются Герцовскія осцилляторы; но электрическія колебанія были реализованы гораздо ранѣе Герца Феддерсеномъ при посредствѣ разряда конденсатора. Только эти колебанія не получили и не могли получить никакого практическаго примѣненія, такъ какъ они не были достаточно частыми. Теорію этихъ явленій далъ Томсонъ, равнымъ образомъ какъ и теорію Герцовскихъ осцилляторовъ; такимъ образомъ онъ предупредилъ открытіе Герца болѣе, чѣмъ на тридцать лѣтъ.

Электротехники должны быть благодарны Томсону за тѣ измѣрительные приборы, которые онъ имъ далъ; пусть не забы-

ваютъ, чѣмъ были до него электрическія измѣренія, насколько они были трудны и въ то-же время грубы.

Въ электростатикѣ мы обязаны ему абсолютнымъ и квадратнымъ электрометрами; до него вѣдь былъ извѣстенъ только электроскопъ съ золотыми листками и вѣсы Кулона. Онъ далъ намъ тоже амперметры и приборы для абсолютнаго опредѣленія ома.

Безъ этихъ приборовъ электротехника не могла бы зародиться, или же ей пришлось бы блуждать во тьмѣ грубаго эмпиризма.

Вильямъ Томсонъ также много способствовалъ введенію абсолютныхъ электрическихъ единицъ и абсолютной системы *C. G. S.*, и не здѣсь слѣдуетъ напоминать объ услугахъ, оказанныхъ наукѣ торжествомъ этой системы въ 1881 году. Онъ былъ сторонникомъ метрической системы и сокрушилъ не мало копій въ ея пользу; мнѣ кажется, что онъ убѣдилъ ученыхъ, что онъ задался цѣлью убѣдить и широкую публику и возвращался нѣсколько разъ къ этой темѣ въ своихъ „Популярныхъ чтеніяхъ". Но здѣсь ему пришлось натолкнуться на сильныя препятствія; повидимому, англичане до сихъ поръ не поняли еще, что легче дѣлить на 10, чѣмъ на 12 или даже на другія болѣе сложныя числа, выражающія отношеніе ихъ различныхъ единицъ. Но, впрочемъ, и мы все продолжаемъ дѣлить градусы на шестьдесятъ минутъ. Онъ умеръ, не дождавшись окончательнаго торжества; но многія симптомы позволяютъ надѣяться, что усилія его не были тщетны, и что истина, несмотря на медленность своего движенія, все таки движется впередъ.

Работы по подводной телеграфіи сильно способствовали популярности имени великаго англійскаго физика; онѣ доставили ему первое торжество, и съ тѣхъ поръ онъ никогда не переставалъ заниматься ими. Инженеры обратились къ нему вначалѣ не безъ извѣстнаго колебанія, такъ какъ они не считали его практическимъ дѣятелемъ, но имъ не пришлось раскаиваться въ своемъ выборѣ.

Несомнѣнно, что безъ него сигналы никогда не могли-бы передаваться черезъ Атлантическій океанъ. Онъ ясно оцѣнилъ вліяніе емкости кабеля и построилъ такъ называемое уравненіе телеграфистовъ. Но мало было найти причину, мѣшающую правильной передачѣ телеграфныхъ сигналовъ, нужно было ее

устранить. Онъ нашелъ два рѣшенія этого вопроса: сначала онъ построилъ приборы съ зеркалами, чувствительные къ малѣйшимъ измѣненіямъ тока, а затѣмъ „сифонный соединитель“, siphon recorder, который примѣняется до сихъ поръ.

Подводная телеграфія вызываетъ еще и другіе вопросы, напримѣръ, о проложеніи самыхъ кабелей. И вотъ причина, заставившая лорда Кельвина заняться измѣреніемъ глубины морей. Прежде опредѣляли глубину по длинѣ развертываемаго каната; новый приборъ отмѣчалъ максимумъ достигнутаго давленія; вслѣдствіе его простоты и практичности онъ теперь въ ходу повсемѣстно. Но это не единственная услуга, оказанная Томсономъ мореплаванію она, пожалуй, даже и не самая важная, такъ какъ самой важной, безъ сомнѣнія, является изобрѣтеніе компенсированнаго компаса. Прежняя буссоль годилась для старыхъ деревянныхъ кораблей, но когда въ кораблестроеніи дерево было замѣнено желѣзомъ, можно было опасаться за ея пригодность, такъ какъ ея показанія могли быть не вѣрны. Теорія магнитизма позволяла предвидѣть рѣшеніе; можно было прибѣгнуть къ вычисленію поправокъ, но гораздо проще было примѣнить компенсирующія массы; это и было сдѣлано Кельвиномъ, показавшимъ, при какихъ условіяхъ возможна компенсація и какъ ее осуществить разъ навсегда для любой широты и любого корабля.

Вильямъ Томсонъ занимался тоже изслѣдованіемъ морскихъ волнъ и конструкціей маяковъ; но изъ морскихъ явленій наиболѣе привлекали его вниманіе приливы и отливы. Я приведу только два прибора, которые онъ примѣняетъ для ихъ предсказанія: гармоническій анализаторъ и предсказатель приливовъ и отливовъ. Первый изъ нихъ, который даетъ возможность анализа кривыхъ приливовъ и отливовъ и опредѣленія константъ порта, не получилъ распространенія; для вычисленія этихъ константъ предпочитаютъ дѣлать безконечныя сложенія. Но разъ эти константы установлены, изъ нихъ нужно вывести кривую приливовъ и отливовъ для будущаго времени и для этого нужно примѣнить предсказатель Томсона. Этотъ въ высшей степени остроумный приборъ вмѣстѣ съ тѣмъ замѣчательно простъ, онъ въ сущности состоитъ изъ нити, обертывающей серію эксцентрическихъ блоковъ; онъ употребляется въ гидрографическихъ службахъ всѣхъ странъ.

У всѣхъ англичанъ въ рукахъ то, что они называютъ „T. and T.“, т. е. учебникъ механической части физики Томсона и Тэта. Мало классическихъ трудовъ, которые содержали-бы столько оригинальныхъ и глубокихъ взглядовъ; есть теоріи, которыя можно найти только тамъ, и почему то континентальные учебники подобнаго содержанія ихъ никогда не воспроизводятъ. Такова, напримѣръ, теорія малыхъ перемѣщеній, выведенная при посредствѣ уравненій Лагранжа или Гамильтона и ея приложеніе къ устойчивости гироскопическихъ движеній безъ разсчета и съ разсчетомъ на треніе. Такова тоже теорія кинетическихъ фокусовъ и устойчивости траекторіи.

Нѣтъ ничего нагляднѣе этихъ теорій, общихъ и конкретныхъ въ одно и то же время, показывающихъ сразу столько явленій благодаря тому, что онѣ многое обнимаютъ и передаютъ въ формѣ образовъ.

Онѣ построены на принципахъ варіаціоннаго исчисленія, которое на первый взглядъ мало доступно для начинающихъ, но которое между тѣмъ Томсонъ не побоялся затронуть передъ широкою публикою, такъ какъ одна изъ самыхъ интересныхъ его популярныхъ лекцій какъ разъ посвящена изопериметрическимъ задачамъ. Въ этой книгѣ можно найти многое изъ тѣхъ выводовъ, которые отсюда можно сдѣлать относительно внутренняго состоянія земного шара; здѣсь-же онъ помѣстилъ результаты касательно фигуръ равновѣсія вращающейся жидкой массы.

Все это естественно приводитъ меня къ изложенію космогоническихъ и геофизическихъ воззрѣній лорда Кельвина. Нѣсколько изъ его статей и популярныхъ лекцій посвящено геологическимъ вопросамъ. Относительно основныхъ положеній онъ находится въ разногласіи съ классическими геологами и, могу даже прибавить, съ обѣими классическими школами геологіи. Сторонникамъ постоянной эволюціи онъ противоставляетъ данныя, относящіяся къ геотермическому градіенту и къ постепенному охлажденію земного шара. Если имѣть въ виду теплоту, теряемую ежегодно нашею планетою, то слѣдуетъ допустить, что она была въ расплавленномъ состояніи не больше, чѣмъ какой нибудь милліардъ лѣтъ тому назадъ. Вчера еще—въ томъ смыслѣ, который придаютъ слову „вчера“ геологи актуалисты,—она была въ совершенно другомъ состояніи, чѣмъ се-

годня. Само солнце не можетъ быть старымъ, оно потребляетъ невѣроятные запасы теплоты; живая сила космической пыли, которую оно поглощаетъ, далеко не достаточна для того, чтобы его питать. Источникомъ его теплоты можетъ такимъ образомъ служить только его собственное сжатіе, но тогда время существованія этого источника ограничено нѣсколькими сотнями милліоновъ лѣтъ. Какъ мало мѣста для жизни! Какія перспективы будущаго нашей бѣдной солнечной системы. Какое счастіе, что открытіе радія внушило надежду продлить еще немного жизнь больного.

Съ другой стороны, Томсонъ отрицаетъ существованіе расплавленнаго океана, который геологи второй школы помѣщаютъ въ центрѣ земли, и отъ котораго насъ отдѣлялъ бы очень тонкій слой коры. Во-первыхъ, когда земля затвердѣвала, на ея поверхности не могло образоваться коры, какъ на замерзающемъ озерѣ; ледъ остается на поверхности, потому что онъ легче жидкой воды, но вода въ этомъ отношеніи представляетъ исключительное тѣло. Во вторыхъ, теорія прецессіи и нутаціи прекрасно подтверждается наблюденіемъ; но основатели небесной механики построили эту теорію для твердаго шара, они не предполагали, что внутренность его расплавлена, и еслибы она оказалась таковою, то явленія носили бы совсѣмъ другой характеръ; тогда существовала-бы полумѣсячная нутація. Наконецъ, этотъ океанъ внутри земли имѣлъ бы свои приливы и отливы, которые производили бы пертурбаціи въ приливахъ и отливахъ нашихъ морей. И вотъ Томсонъ тогда же изъ наблюденій надъ приливами и отливами вывелъ, что земля внутри не только не можетъ быть въ жидкомъ состояніи, но что твердость ея въ двадцать разъ превосходитъ твердость стали. Въ послѣднее время были произведены опыты съ горизонтальнымъ маятникомъ въ условіяхъ, при которыхъ были устранены причины, вызывающія пертурбаціи приливовъ и отливовъ. Результаты ихъ не дали столь большихъ чиселъ; оказалось, что твердость земли должна быть только равна твердости стали, и тѣмъ не менѣе опыты эти служатъ подтвержденіемъ воззрѣній лорда Кельвина.

Покинемъ теперь землю и нашу солнечную систему и бросимъ бѣглый взглядъ на все мірозданіе. Каковы свойства матеріи, изъ которой построенъ міръ подъ вліяніемъ ньютоновскаа го тяготѣнія? Предположимъ, что вначалѣ матерія эта был-

равномѣрно расположена на сферѣ, для прохожденія которой свѣту пришлось бы употребить 6.000 лѣтъ: молекула, покоившаяся вначалѣ на поверхности этой сферы, пріобрѣла бы черезъ нѣсколько милліоновъ лѣтъ громадныя скорости, и сравненіе этихъ скоростей съ наблюдаемыми нами, принуждаетъ насъ ограничить размѣры и среднюю плотность міра; въ то же время оно приводитъ насъ къ заключенію, что эфиръ не повинуется тяготѣнію; и углубляясь все больше въ эту грандіозную идею Томсона, мы увидимъ, что млечный путь имѣетъ тѣ-же свойства, что и газы въ кинетической теоріи, съ тѣмъ только различіемъ, что атомы замѣнены солнцами.

Привлеченный физикою земного шара, Кельвинъ не могъ не приложить къ изученію его электромагнитныхъ явленій своего экспериментаторскаго таланта. Онъ сдѣлалъ важныя изслѣдованія въ области земного магнитизма и атмосфернаго электричества; для изслѣдованія потенціала различныхъ атмосферныхъ слоевъ онъ придумалъ приборы съ истеченіемъ воды, оказавшіе уже столько услугъ.

Но главной задачей его жизни, о которой онъ непрерывно мечталъ, было изученіе строенія эфира и матеріи. Во взглядахъ на эту задачу существуетъ коренная разница между англо-саксами и мыслителями континента. Какъ одни, такъ и другіе, стараются разложить обыкновенную матерію на очень малые элементы, замѣнить ее другой весьма тонкой матеріей, которая доставила бы объясненіе первой. Но какъ вообразить теперь эти предѣльные элементы? На континентѣ это будутъ математическія представленія, по возможности освобожденныя отъ всякаго другого содержанія; это не будутъ уже матеріальные элементы, такъ какъ ихъ лишили всего, что дѣйствуетъ на наши чувства. Совсѣмъ иначе смотрятъ по ту сторону Ла-Манша; тамъ стремятся построить матерію не изъ чего-то болѣе чистаго, чѣмъ сама матерія, и что, собственно говоря, не представляетъ уже матеріи, но изъ чего-то по возможности похожаго на обыкновенную матерію, изъ чего-то, что можно было-бы почти видѣть и осязать. Объяснить физическое явленіе значитъ создать его модель, видимый и осязаемый приборъ, который въ крайности можно заказать у механика, и дѣйствіе котораго въ грубыхъ чертахъ воспроизводило-бы нѣчто похожее на изслѣдуемое явленіе. Когда любая изъ моделей лорда Кельвина не въ

состоянiи воспроизвести вновь открытаго явленiя, то онъ не стѣсняется прибавить къ ней звоночный шарниръ звонка. А что сказать объ эфирѣ? во Францiи и въ Германiи это только система дифференцiальныхъ уравненiй; если эти уравненiя не заключаютъ противорѣчiй и передаютъ наблюдаемыя явленiя, то мало кто заботится о томъ, что создаваемый ими образъ можетъ оказаться болѣе или менѣе страннымъ или несообразнымъ. Вильямъ Томсонъ, напротивъ, немедленно ищетъ, какое изъ извѣстныхъ веществъ наиболѣе похоже на эфиръ; это повидимому шотландскiй варъ, т. е. родъ очень твердой смолы.

Когда мы читаемъ работы континентальнаго ученаго, мы сейчасъ видимъ то, чему онъ приписываетъ реальное существованiе; такъ какъ мы свыклись съ его образомъ мыслей, то мы понимаемъ, что на его взглядъ представляетъ болѣе или менѣе допустимую гипотезу и что является чистымъ символомъ. Когда дѣло идетъ объ англичанинѣ, мы не знаемъ, что думать. Очевидно, когда передъ нами находится модель со множествомъ передачъ и звоночныхъ шарнировъ, мы не сомнѣваемся, что это простой образъ, служащiй для болѣе наглядной иллюстрацiи явленiя. Но съ другой стороны получается впечатлѣнiе, что эти грубые образы въ скоромъ времени будутъ замѣнены другими, которые будутъ уже окончательны и будутъ самою дѣйствительностью. Англичанинъ сейчасъ ищетъ мѣры; ему мало того, что эфиръ есть; онъ хочетъ знать его плотность; онъ не удовлетворяется тѣмъ, что съ матерiей все происходитъ такъ, какъ если-бы она была прерывною; онъ сейчасъ спрашиваетъ, каково количество молекулъ и каковъ ихъ дiаметръ. Лишь только онъ видитъ символъ, онъ сейчасъ хочетъ прикоснуться къ нему, какъ если-бы это не былъ простой призракъ.

Кинетическая теорiя газовъ представляетъ самую удачную изъ всѣхъ попытокъ, сдѣланныхъ для объясненiя матерiи. Поэтому весьма странно, что лордъ Кельвинъ, хотя и былъ ею прельщенъ, отказывался принять нѣкоторыя ея положенiя. Онъ никогда не отдавалъ себѣ отчета въ универсальномъ значенiи теоремы Максвелля-Больтцмана. Онъ предполагалъ, что должны быть исключенiя, несовмѣстимыя съ этою теоремою, и когда ему доказали, что одно изъ исключенiй, найденное имъ, было только кажущимся, онъ сталъ искать новаго.

Молекулярная теорія матеріи, уподобляющая матеріальное тѣло какъ-бы своего рода солнечной системѣ, гдѣ молекулы находятся въ постоянномъ движеніи, и гдѣ кажущееся равновѣсіе зависитъ только отъ устойчивости этого движенія, теорія эта, повторяю, когда лордъ Кельвинъ былъ молодъ, привлекала его всею прелестью новизны; она казалась непосредственнымъ слѣдствіемъ открытія термодинамики. Она осталась съ нею связанной и, впрочемъ, не отжила еще своего вѣка. Исходя изъ нея, онъ создалъ теорію упругости, болѣе общую, чѣмъ теорія Коши, которую онъ дополнилъ нѣсколькими добавочными звоночными шарнирами. Это сводилось къ предположенію, что есть нѣсколько родовъ молекулъ, въ родѣ того какъ напр. въ газовой смѣси, и какъ мы это изложили бы во Франціи. Но даже послѣ этого усовершенствованія она не вполнѣ его удовлетворяла; на его взглядъ она не передавала въ достаточной мѣрѣ свойствъ эфира въ томъ видѣ, какъ они обнаруживаются въ оптическихъ явленіяхъ. Эфиръ, повидимому, не сопротивляется ни сжатію, ни деформаціи; его, пожалуй, можно было-бы еще сжать или скосить, но не закрутить, а это совсѣмъ не похоже на то, что происходитъ съ обыкновенною матеріею. Тогда Томсонъ воображаетъ себѣ среду, составленную изъ собранія стержней, скользящихъ другъ по другу и имѣющихъ на себѣ быстро вращающіеся гироскопы, которые сопротивляются болѣе или менѣе значительно при попыткѣ измѣнить ихъ оріентировку. Эта среда есть гиростатическій эфиръ. Къ этой категоріи понятій относятся и вихревые атомы; въ жидкостяхъ вихри устойчивы; они перемѣщаются, не теряя ничего въ величинѣ своихъ моментовъ вращенія, составляющихъ ихъ индивидуальность. Чѣмъ быстрѣе это вращеніе, тѣмъ больше ихъ кажущаяся устойчивость и тѣмъ больше ихъ непроницаемость. Увеличивая эту быстроту, можно достигнуть практически абсолютной твердости. И тогда является вопросъ, почему матеріальнымъ атомамъ не быть просто подобными вихрями. Они были-бы не разсѣкаемы; вѣдь извѣстно, что сабля щербится при ударѣ о жидкую струю, движущуюся съ достаточной быстротою. Такимъ образомъ обыкновенная матерія, какъ и эфиръ, были-бы обязаны своими основными свойствами быстрымъ и вѣчнымъ вращеніямъ, господствующимъ въ ихъ средѣ.

Другая интересная аналогія. Предположимъ, что въ жидкости существуетъ два вихря; каково будетъ ихъ взаимодѣй-

ствіе? Томсонъ доказываетъ, что дѣйствіе это будетъ равносильно электродинамическому дѣйствію двухъ токовъ, форма и положеніе которыхъ были-бы тѣ-же, что у вихрей. Дѣйствіе будетъ одно и то-же, кромѣ его направленія: послѣднее перемѣнится, и притяженія замѣнятся отталкиваніями и обратно. Аналогичное явленіе было наблюдаемо Бьеркнесомъ, когда онъ старался воспроизвести при помощи гидростатическихъ методовъ электростатическія притяженія и отталкиванія.

Въ этомъ обзорѣ трудовъ лорда Кельвина я чуть не забылъ его воззрѣній на капиллярность, которыя онъ изложилъ такъ оригинально и наглядно въ одной изъ своихъ популярныхъ лекцій.

Подъ конецъ жизни въ его идеяхъ произошла значительная перемѣна, вызванная несомнѣнно неожиданными открытіями послѣднихъ лѣтъ, катодными и рентгеновскими лучами, радіемъ. Развитіе его идей можно прослѣдить, читая новое изданіе его Бальтиморскихъ лекцій. Во время своего пребыванія въ Америкѣ, въ 1884, на Монтреальскомъ конгрессѣ, онъ прочелъ серію лекцій въ Бальтиморѣ, въ которыхъ изложилъ свои прежнія воззрѣнія на Френелевскій эфиръ. Въ нихъ именно и можно найти собранными вмѣстѣ и изложенными, казалось, уже въ окончательной формѣ его теоріи, разбросанныя до тѣхъ поръ въ различныхъ прежнихъ статьяхъ.

Въ новомъ изданіи лекціи эти дополнены приложеніями, увеличивающими почти вдвое содержаніе книги. Одно изъ этихъ приложеній имѣетъ внушительное заглавіе: „Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light“, т. е. собравшіяся въ XIX вѣкѣ тучи надъ динамической теоріей теплоты и свѣта, и здѣсь онъ сознается, что ему еще не удалось вполнѣ разсѣять нѣкоторыя изъ этихъ тучъ. Заглавіе другого приложенія „Aepinus atomized“ покажется сначала мало яснымъ, и оно будетъ способствовать, вѣроятно, прославленію мало извѣстнаго имени Эпинуса; какъ-бы тамъ ни было, цѣль этого мемуара состоитъ въ отысканіи мѣста для настоятельно домогающихся его новыхъ пришлецовъ; здѣсь я имѣю въ виду электроны. Лордъ Кельвинъ принимаетъ этихъ самозванцевъ съ легкимъ сердцемъ и соглашается стать ихъ защитникомъ; онъ никогда не примыкалъ къ колебательной теоріи катодныхъ лучей, защищаемой въ продолженіе короткаго време-

ни Гертцемъ, и не переставалъ приписывать эти явленія летящимъ частицамъ, ничѣмъ не отличающимся отъ нашихъ современныхъ электроновъ. Онъ безъ колебанія поступился для нихъ гиростатическимъ эфиромъ и вихревыми атомами. Всего нѣсколько мѣсяцевъ тому назадъ появилась его послѣдняя статья, въ которой всѣ эти вопросы разсматриваются съ новой точки зрѣнія, и которая можетъ быть разсматриваема, какъ его научное завѣщаніе; заглавіе ея „On the Motions of Ether produced by Collisions of Atoms and Molecules Containing or not Containing Electrions", т. е. о движеніи эфира, вызванномъ столкновеніями атомовъ и молекулъ, содержащихъ и не содержащихъ электроновъ. Однако въ одномъ онъ не пошелъ за революціонерами; онъ не вѣрилъ въ трансмутацію элементовъ, которую провозглашаютъ сегодня на основаніи недостаточно вѣскихъ доказательствъ.

Что сказать о его жизни; она была счастливой, но онъ ни въ комъ не возбуждалъ зависти и былъ всѣми любимъ. Онъ дожилъ до глубокой старости въ Глазговскомъ университетѣ, гдѣ на десятомъ году своей жизни онъ былъ иммātрикулированъ, гдѣ въ шестнадцать лѣтъ онъ написалъ свои первыя математическія работы и гдѣ въ двадцать два года онъ сталъ профессоромъ; онъ занималъ свою кафедру болѣе, чѣмъ пятьдесятъ лѣтъ, и еще нѣсколько мѣсяцевъ до смерти предсѣдательствовалъ, какъ канцлеръ, на одномъ университетскомъ торжествѣ. Онъ отличался вѣрною душою и никогда не хотѣлъ покинуть излюбленныхъ имъ мѣстъ.

Онъ женился въ 1852 году на миссъ Маргаретъ Крумъ, умершей въ 1870 году; въ 1874 году онъ опять женился на миссъ Францисъ-Анна Бляндн изъ Мадеры, которую онъ встрѣтилъ впервые, по дорогѣ въ Пернамбукъ, на кораблѣ, на которомъ онъ сдѣлалъ прославившія его изслѣдованія объ опредѣленіи глубинъ морей. Лэди Кельвинъ была для него очаровательной подругой, преданной и полной вниманія; болѣзнь, постигшая ее полгода тому назадъ, несомнѣнно ускорила смерть мужа.

Здѣсь не хватило-бы мѣста перечислить всѣ почести, которыми онъ былъ осыпанъ; Вильямъ Томсонъ сдѣлался сэръ Вильямомъ Томсономъ, а затѣмъ онъ былъ возведенъ въ пэры Королевства и съ тѣхъ поръ назывался лордомъ Кельвиномъ

Кельвинъ это названіе прелестнаго ручья, извивающагося среди тѣнистыхъ береговъ у подошвы Университета, который былъ ему столь дорогъ. Эти перемѣны имени не представляютъ неудобствъ для тѣхъ, у кого нѣтъ дѣтей; но его дѣти были многочисленны, и ихъ нужно было переименовать: это были все Томсоновскія явленія, Томсоновскій компасъ, Томсоновскіе приборы для измѣренія глубинъ, которые тысячамъ моряковъ пришлось съизнова называть новымъ имепемъ.

Въ 1896 году праздновали его юбилей. Болѣе двухъ тысячъ друзей и учениковъ собралось въ Глазго и отправило ему въ семь минутъ поздравительную телеграмму изъ Глазго въ Глазго, черезъ Новую Землю, Нью-Іоркъ, Чикаго, Санъ-Франциско, Лосъ Анджелесъ, Новый Орлеанъ, Вашингтонъ. Это былъ долгъ вниманія передъ творцомъ трансатлантическаго телеграфа.

Онъ работалъ до самаго конца своей жизни, такъ какъ болѣзнь, унесшая его въ могилу 17 декабря 1907 года, продолжалась всего нѣсколько дней. Похороны его имѣли мѣсто въ Вестминстерскомъ аббатствѣ при многолюдномъ участіи англійскихъ и иностранныхъ ученыхъ. Онъ былъ похороненъ у ногъ Ньютоновской статуи. Эта великая почесть не была незаслуженной.

Мыслить, смотря на дѣйствительность въ упоръ, въ формѣ конкретныхъ образовъ, сохраняющихъ достаточно точности для примѣненія математическихъ вычисленій съ необходимою строгостью, этотъ двойной геній, математическій и физическій, принадлежалъ Ньютону и съ той поры не повторялся.

Парижъ.

Періодическая система химическихъ элементовъ въ ея теоретическомъ выводѣ.

Н. А. Морозова [1]).

I. Эволюція вещества на небесныхъ свѣтилахъ.

Въ настоящее время, когда удивительныя явленія радіоактивности обращаютъ на себя всеобщее вниманіе, вопросъ о сложности современныхъ намъ элементовъ періодической системы невольно становится на очередь и требуетъ серьезной обработки заново всѣхъ имѣющихся въ настоящее время матеріаловъ.

Идея эволюціи современныхъ видовъ вещества изъ одного или немногихъ болѣе первоначальныхъ компонентовъ уже давно привлекала къ себѣ вниманіе физиковъ и химиковъ. Еще Проутъ въ Англіи, въ 1815 году, пытался объяснить образованіе всѣхъ металловъ и металлоидовъ изъ накопленія соотвѣтствующаго имъ по вѣсу числа атомовъ водорода, считая, напримѣръ, въ азотѣ 14, въ кислородѣ 16, во фторѣ 19 и т. д. такихъ атомовъ. Однако его идея не имѣла и не могла имѣть прочнаго успѣха, такъ какъ не объясняла различія физическихъ и химическихъ свойствъ современныхъ минеральныхъ элементовъ, и въ особенности того, почему аналогичные другъ другу элементы повторяются лишь черезъ нѣкоторые промежутки, заполненные совсѣмъ другого рода элементами. Этотъ фактъ ясно обнаруживался при расположеніи всѣхъ извѣстныхъ въ то время простыхъ тѣлъ въ одинъ непрерывный рядъ по мѣрѣ возрастанія ихъ атомнаго вѣса, хотя періодическій законъ чередованія химическихъ элементовъ и былъ найденъ лишь много позднѣе, благодаря трудамъ Ньюлендса въ Англіи, Де-

[1]) Извлеченіе изъ доклада, прочитаннаго на I Менделѣевскомъ съѣздѣ въ С.-Петербургѣ, въ декабрѣ 1907 г.

Шанкуртуа во Франціи и особенно Менделѣева въ Россіи[1]), окончательно формулировавшаго законъ и предсказавшаго для заполненія частныхъ перерывовъ въ періодичности существованіе нѣскольких новыхъ элементарныхъ тѣлъ, часть которыхъ и была найдена позднѣйшими изслѣдователями.

Если-бъ гипотеза Проута объяснила періодичность свойствъ, то нѣтъ сомнѣнія, что она не ушла бы теперь въ область исторіи. На ея общее признаніе не повліяло бы и то обстоятельство, что атомные вѣса многихъ элементовъ, какъ показали затѣмъ Берцеліусъ, Мариньякъ и Стасъ, оказались не вполнѣ кратными съ атомнымъ вѣсомъ водорода. Для объясненія этого пришлось бы разработать лишь новую дополнительную гипотезу относительно пертурбаціонныхъ причинъ, производящихъ эти уклоненія отъ первичнаго закона.....

Совершенно тѣмъ же основнымъ недостаткомъ страдаетъ и появившаяся въ послѣднее время электронная гипотеза строенія вещества. Переведя водородъ Проута на болѣе мелкую единицу, на электронъ съ атомнымъ вѣсомъ въ тысячу разъ меньшимъ, чѣмъ атомный вѣсъ водорода, электронная гипотеза получила возможность удовлетворить всѣмъ дробнымъ избыткамъ или недочетамъ атомныхъ вѣсовъ сравнительно съ вѣсомъ водорода, но точно также она не объяснила и не можетъ объяснить, вслѣдствіе своей крайней простоты, періодическихъ особенностей различныхъ видовъ матеріи, если ихъ слагать непосредственно изъ электроновъ.

Для удовлетворенія всѣмъ требованіямъ задачи, представшей передъ нами послѣ открытія радіоактивности и катодныхъ явленій, намъ нужно обратиться не прямо къ міровому эфиру, а къ веществамъ промежуточнымъ между нимъ и современными намъ металлами и металлоидами.

Если міровой эфиръ и есть первоначальный матеріалъ всѣхъ существующихъ видовъ вещества, то они строились изъ него не непосредственно, а черезъ цѣлый рядъ промежуточныхъ, все болѣе и болѣе усложняющихся ступеней. Указаніе на это даетъ намъ само звѣздное небо въ исторіи развитія своихъ свѣтилъ. На

[1]) Newlands: Chem. News. *10*, 51, 59, 94; *12*, 83, 94; *13*, 113, 130. De-Chancourtois: C. R. *54*, 757, 840, 967; *55*, 600; *56*, 253, 479. Менделѣевъ: Ж. Хим. Общ. *1*, 34, 60; *3*, 31.

немъ мы видимъ всѣ ихъ возрасты, начиная отъ зарождающихъ ихъ внутри себя туманностей и кончая красными, уже потухающими звѣздами. Въ большинствѣ истинныхъ туманностей мы можемъ разобрать только три линіи съ длинами волнъ въ $500,_{43}$, $495,_{72}$, и $486,_{09}$ $\mu\mu$. Послѣдняя изъ нихъ несомнѣнно принадлежитъ водороду, такъ какъ часто сопровождается и другой водородной линіей съ длиной волны $434,_{6}$ $\mu\mu$. Однако водородъ находится здѣсь въ особомъ, еще неизвѣстномъ намъ состояніи, такъ какъ у него не хватаетъ другихъ линій, типическихъ для этого вещества, на сложившихся свѣтилахъ, и потому Локьеръ назвалъ его протоводородомъ. Средняя линія $495,_{72}$ $\mu\mu$ въ истинныхъ туманностяхъ наиболѣе характерна. Она найдена во всѣхъ нихъ безъ исключенія и не можетъ быть приписана ни одному изъ веществъ, извѣстныхъ намъ на вполнѣ образовавшихся звѣздахъ. Она постоянно сопровождается еще другой линіей $500,_{43}$ $\mu\mu$, считавшейся прежде за одну изъ слабыхъ линій азота, но вѣрнѣе всего она является второй линіей того же самаго небулёзія, которому принадлежитъ и упомянутая средняя линія $495,_{72}$ $\mu\mu$. Кромѣ этихъ двухъ линій, особенно замѣтныхъ въ газообразныхъ туманностяхъ, спектроскопъ очень часто открываетъ въ нихъ еще линію $447,_{18}$ $\mu\mu$, принадлежащую несомнѣнно гелію, такъ какъ въ туманности Оріона и нѣкоторыхъ другихъ она сопровождается и другими линіями этого вещества. Отсутствіе здѣсь главнѣйшихъ линій земного гелія показываетъ, что и онъ находится въ туманностяхъ неба въ особомъ состояніи, которое, руководясь терминологіей Локьера, можно назвать протогеліемъ.

По мѣрѣ того, какъ внутри такой туманности зарождается одна или нѣсколько звѣздочекъ, небулёзій начинаетъ исчезать, а водородъ и гелій получаютъ новыя линіи, превращаясь въ обычное при современныхъ земныхъ условіяхъ состояніе, и вмѣстѣ съ тѣмъ, насчетъ этихъ первоначальныхъ веществъ, появляется на постепенно образующихся звѣздахъ большинство извѣстныхъ намъ на поверхности земли металловъ и металлоидовъ... При окончательномъ же угасаніи звѣзды, когда она, постепенно остывая, переходитъ къ красному каленію, на ея поверхности появляются въ газообразномъ состояніи и углеводороды, образующіе на земномъ шарѣ различные сорта нефти,

и тоже складывающіеся, какъ и минеральные элементы, въ своеобразную періодическую систему [1])...

Весь ходъ развитія небесныхъ свѣтилъ, насколько мы можемъ возстановить его, наблюдая звѣзды, находящіяся на различныхъ стадіяхъ своей космической жизни, показываетъ намъ, что атомы окружающихъ насъ металловъ и металлоидовъ не предвѣчны, а представляютъ изъ себя продукты своеобразной эволюціи вещества на небесныхъ свѣтилахъ, причемъ ранѣе всего появляются: неизвѣстный намъ небулёзій, протоводородъ и наконецъ протогелій. Изъ нихъ мы и должны строить основы для всѣхъ остальныхъ атомовъ, если желаемъ оставаться въ согласіи съ астрономическими данными.

II. Теоретическій выводъ первыхъ двухъ періодовъ системы минеральныхъ элементовъ.

Въ настоящемъ докладѣ я хочу показать, какъ хорошо выводится законъ періодичности, а также какъ согласно съ дѣйствительностью получаются среднія величины атомныхъ вѣсовъ для всѣхъ минеральныхъ элементовъ періодической системы, если мы будемъ исходить изъ слѣдующей характеристики трехъ вышеуказанныхъ первичныхъ компонентовъ.

1) Протоатомъ *небулёзія* или *архонія* $\equiv Z \equiv$ по вѣсу равенъ 4 единицамъ кислороднаго эталона $O=16$ и обладаетъ 8 электроотрицательными пунктами сцѣпленія, способными аніонизироваться, чрезвычайно жадными къ протогелію и менѣе жадными къ щелочнымъ и основнымъ металламъ и водороду (см. Таб. I).

2) Протоатомъ гелія $\cdot x \cdot$ есть диссоціировавшійся на двѣ половинки $\left(\cdot x \cdot = \frac{1}{2} He \right)$ атомъ современнаго земного гелія съ вѣсомъ близкимъ къ 2 единицамъ кислороднаго эталона $O=16$, обладающій двумя электроположительными пунктами сцѣпленія, способными катіонизироваться, чрезвычайно жадными къ архонію и протоводороду и менѣе жадными къ галоидамъ, водороду и другимъ валентнымъ металламъ.

---

[1]) См. мою книгу: Періодическія системы строенія вещества. 1907 г. стр. 3—67; 205—214, 291—299.

3) Протоатомъ водорода $.h-$ имѣетъ форму тонкой пластинки, на одной сторонѣ которой расположенъ катіонизирующійся, а на другой—аніонизирующійся пунктъ сцѣпленія. Онъ отличается отъ современнаго водорода только тѣмъ, что одновременно можетъ дѣйствовать двумя пунктами своего сцѣпленія: однимъ катіонизирующимся (.) и другимъ аніонизирующимся (—), какъ это и показано въ его символѣ $.h-$ и въ символахъ предыдущихъ двухъ протоэлементовъ (см. Табл. I).

Таблица I.

$$\equiv Z \equiv\; = 4; \quad \cdot x \cdot = 2; \quad .h- = 1.$$

Въ такомъ случаѣ, послѣдовательно соединяя одинъ изъ пунктовъ при $\cdot x \cdot$ съ однимъ изъ пунктовъ при $\equiv Z \equiv$ и добавивъ аналогичнымъ способомъ по одному h къ первымъ тремъ и къ седьмой комбинаціи, мы получимъ 8 схемъ для перваго періода системы (Табл. II), которую вслѣдствіе ея происхожденія изъ архонія и протогелія мы назовемъ системой архоно-гелидовъ.

Таблица II.

Модели перваго періода системы архоно-гелидовъ.

Литій	Бериллій	Боръ	Углеродъ	Азотъ	Кислородъ	Фторъ	Неонъ
Li	Be	B	C	N	O	F	
7	9	11	12	14	16	19	20

Зная вѣса компонентовъ этихъ схемъ, мы легко опредѣлимъ путемъ простого ихъ сложенія атомные вѣса соотвѣтствующихъ имъ элементовъ до дробныхъ долей единицы, а вмѣстѣ съ тѣмъ опредѣлимъ и ихъ химическія особенности, такимъ путемъ:

1) Число остаточныхъ пунктовъ сцѣпленія при Z и $.h-$, обозначенныхъ черточками какъ на схемахъ, такъ и при символахъ *Li*, *Be*, *B*, *C*, *N*, *O*, *F* и *Ne* подъ ними, показываетъ катіонизирующуюся валентность соотвѣтствующаго атома, его потенціальную валентность по отношенію къ водороду и

металламъ. Эти числа вполнѣ соотвѣтствуютъ опытнымъ даннымъ, такъ какъ неонъ, у котораго не осталось ни одного аніонизирующагося (—) пункта, дѣйствительно не соединяется ни съ водородомъ, ни съ металлами, фторъ—одновалентенъ по отношенію къ металламъ, кислородъ—двувалентенъ и т. д. вплоть до четыревалентнаго углерода. Послѣ этого указанные пункты сцѣпленія становятся такъ слабы, что атомы лѣвой половины строки (у литія, бериллія и бора) уже не могутъ удерживать при себѣ не только щелочныхъ металловъ, но даже и нормальнаго количества водорода. Обнаруживается такое явленіе, какъ будто по мѣрѣ увеличенія при атомахъ этого рода пунктовъ сцѣпленія, энергія каждаго отдѣльнаго пункта соотвѣтственно убываетъ и въ лѣвой половинѣ періода уже не въ состояніи преодолѣть тѣхъ внѣшнихъ вліяній, которыя при обычныхъ на земной поверхности температурныхъ условіяхъ стремятся диссоціировать всѣ химическія соединенія.

2) Число остаточныхъ, точечныхъ (.), пунктовъ у протоатомовъ гелія $\cdot x \cdot$ и водорода h на тѣхъ же схемахъ показываетъ число аніонизирующихся пунктовъ сцѣпленія каждаго даннаго атома, его валентность по отношенію къ металлоидамъ. Это нагляднѣе всего выясняется на галоидныхъ соединеніяхъ данныхъ элементовъ, такъ какъ въ нихъ приходится ровно по атому галоида на каждый такой пунктъ. И здѣсь мы замѣчаемъ только что отмѣченное выше ослабѣваніе энергіи каждаго отдѣльнаго пункта сцѣпленія по мѣрѣ увеличенія ихъ числа при данномъ атомѣ. Выходитъ такъ, какъ будто всѣ 8 типовъ перваго періода обладаютъ тѣмъ же самымъ запасомъ химической энергіи, и онъ дробится на части по мѣрѣ увеличенія соотвѣтствующихъ ему точекъ дѣйствія. Галоидныя соединенія, дойдя до четвертаго типа, становятся здѣсь до того слабы, что у азота удерживаются лишь въ начальномъ количествѣ (NCl_3 вмѣсто NCl_5), а затѣмъ и совсѣмъ прекращаются, чѣмъ и объясняется отсутствіе соединеній фтора и неона съ металлоидами.

Сумма обоего рода валентностей здѣсь всегда равна одному и тому же постоянному числу—в о с ь м и. Съ этой точки зрѣнія неонъ (какъ и его аналоги) безвалентенъ только по отношенію къ металламъ; съ металлоидами же онъ не соединяется исключительно по крайней слабости своихъ электроположительныхъ пунктовъ сцѣпленія.

Точно также выведемъ и второй періодъ системы минеральныхъ элементовъ по аналогичнымъ схемамъ.

Таблица III.

Модели второго періода системы архоно-гелидовъ.



И здѣсь мы имѣемъ сразу и атомный вѣсъ до дробныхъ долей единицы и объясненіе двоякаго рода валентности соотвѣтствующихъ атомовъ. Анормальный скачекъ атомнаго вѣса аргона ($Ar = 40$, вмѣсто теоретическаго 36) можетъ быть объясненъ присоединеніемъ къ нему четырехъ атомовъ протоводорода $.h$ —, какъ это и показано на схемѣ.

Взглянувъ на оба эти періода, читатель самъ можетъ видѣть, что протоводородъ имѣетъ особенную склонность присоединяться въ количествѣ одного атома къ нечетно-валентнымъ представителямъ. Можно думать, что у атомовъ щелочныхъ и основныхъ элементовъ онъ присоединенъ и прямо къ Z, но здѣсь я присоединилъ его къ $\cdot x \cdot$, такъ какъ у галоидовъ ему некуда присоединиться иначе какъ къ прото-атомамъ гелія $\cdot x \cdot$, точно также какъ и у аргона.

Дробныя же добавки, какъ, напримѣръ, у хлора ($Cl{=}35,_{45}$ вмѣсто теоретическаго 35) должны быть приписаны, какъ и у всѣхъ подобныхъ элементовъ, какимъ то особеннымъ, еще не изслѣдованнымъ пертурбаціоннымъ вліяніямъ. Очень можетъ быть, что это происходитъ отъ вліянія катодныхъ корпускулъ, присутствующихъ во всѣхъ веществахъ въ химическомъ соединеніи или окклюзированныхъ въ нихъ подобно водороду въ платинѣ, гелію въ клевеитѣ и т. д., но только несравненно прочнѣе. Очень можетъ быть, что мелкія уклоненія зависятъ отъ притягательнаго или отталкивательнаго дѣйствія электромагнитнаго поля земли на электроны, прикрывающіе въ ато-

махъ всѣ свободные пункты сцѣпленія. Очень можетъ быть, наконецъ, что есть причины, о существованіи которыхъ еще никому не приходило въ голову (вродѣ замѣщенія протоводорода короніемъ съ вѣсомъ $= \frac{1}{2} h$). Все это наша структурная теорія оставляетъ въ сторонѣ. Ея задача пока только объяснить, какъ комбинируются въ атомахъ три основные компонента, на которые указываетъ намъ космологія, и отъ которыхъ зависятъ ихъ химическія свойства, пренебрегая мелкими уклоненіями вѣса, значительная часть которыхъ притомъ же объясняется ошибками отъ недостаточной чистоты употребленныхъ при взвѣшиваніи препаратовъ.

Мы видимъ теперь, что законъ образованія минеральныхъ элементовъ тотъ же самый, какъ и законъ образованія углеводородныхъ радикаловъ, тоже укладывающихся въ свою собственную періодическую систему [1]).

Тотъ фактъ, что въ приведенныхъ на Таблицѣ III двузвенныхъ структурныхъ схемахъ реагируютъ на внѣшніе предметы только тѣ пункты сцѣпленія (протоатомовъ архонія Z и прикрывающихъ его протоатомовъ гелія и водорода x и h), которые обращены къ наружнымъ концамъ интраатомныхъ цѣпей, позволяетъ сдѣлать и нѣкоторыя стереохимическія соображенія. Протоатомъ архонія Z долженъ обладать октаэдрической формой, на 8 граняхъ которой и расположились аніонизирующіеся пункты сцѣпленія. Только въ такомъ случаѣ, при сложеніи двухъ атомикуловъ Z какими либо площадками въ одно цѣлое, окажутся направленными наружу только по 4 площадки у каждаго атомикула, а всѣ остальныя будутъ обращены къ средней части схемы, т. е. не будутъ реагировать на внѣшніе предметы, даже и въ томъ случаѣ, если на нихъ будутъ лежать протоатомы гелія x. Протоатомъ водорода h — долженъ имѣть видъ очень тонкой пластинки, на одной сторонѣ которой лежитъ катіонизирующійся, а на другой аніонизирующійся пунктъ сцѣпленія. Только при этомъ условіи прикрытіе имъ какого

---

[1]) См. мои книги: „Менделѣевъ и значеніе его періодич. системы для химіи будущаго" и „Періодическія системы строенія вещества". Москва 1907 г., а также: „Теоретическій выводъ періодической системы" въ „Извѣстіяхъ Петерб. Біологич. Лабораторіи". т. 9 вып. 1, 1907 г.

либо пункта сцѣпленія у Z или x не окажетъ серьезнаго вліянія ни на его энергію, ни на направленіе его дѣйствія. Протоатомъ же гелія удобнѣе всего представляется въ видѣ призмочки, на двухъ противоположныхъ основаніяхъ которой расположено по электроположительному пункту сцѣпленія.

III Теоретическій выводъ всѣхъ четныхъ періодовъ системы минеральныхъ элементовъ.

При переходѣ къ дальнѣйшимъ періодамъ системы современныхъ минеральныхъ элементовъ, мы замѣчаемъ рѣзкое различіе между четными и нечетными періодами, указывающее на серьезныя структурныя разницы интраатомныхъ цѣпей у ихъ элементовъ. Разсмотримъ прежде всего четные періоды, т. е. заключающіе въ себѣ четнозвенные атомы[1]).

Произведя ихъ изъ соотвѣтствующихъ представителей второго періода (Табл. III) путемъ вставки между двумя ихъ звеньями парнаго числа срединныхъ звеньевъ или комплексовъ вида *(A)*, мы получимъ модели 4, 6, 8 и 10 періодовъ.

A

Такъ вставляя два такихъ комплекса между двумя звеньями модели силиція (Si Табл. III), получимъ модель германія *(B)* или сокращенно *(C)*,

B

C

гдѣ цифра 2 при Z_2 показываетъ, что срединное звено повторено 2 раза. Далѣе 10-го періода полимеризація архонія Z уже повидимому не идетъ. При этомъ мы получаемъ схемы, приведенныя въ Таблицѣ IV. Всѣ онѣ построены по тому же самому закону, который обусловливаетъ образованіе гомологическихъ рядовъ въ органической химіи путемъ полимеризированія углерода или вставки между двумя звеньями какого либо двузвеннаго органическаго радикала различнаго числа срединныхъ звеньевъ CH_2.

Германій
Ge
72

[1]) У Менделѣева, создавшаго для водорода особый періодъ, четные ряды превратились въ нечетные и наоборотъ. (Осн. Химіи, начальная таблица).

Таблица IV.

Модели атомовъ четныхъ періодовъ системы архоно-гелидовъ.

Циклизировались только представители 7-го и 6-го типа (1 и 2 группы Менделѣева). Число 2 и 4 при срединномъ Z обозначаютъ, что *все это звено*— $h_3\, x\, Z\, x_3\, h_3$ — повторено въ интра-атомной цѣпи въ верхней строкѣ—2, а въ нижней—4 раза.

Структурные типы	Періодъ восьмой	Періодъ десятый	Группы Менделѣева
0-й	Eka-Xe 172	Дви-ксенонъ Dvi-Xe 216?	8-я
1-й	Eka-I 171	Дви-іодъ Dvi-I 215?	7-я
2-й	Eka-Te 170	Дви-теллуръ Dvi-Te 214?	6-я
3-й	Eka-Bi 165	Висмутъ Bi 209	5-я
4-й	Eka-Sn 163	Свинецъ Pb 207	4-я
5-й	Eka-In 159	Таллій Tl 204	3-я
6-й	Eka-Cd 156	Ртуть Hg 200	2-я
7-й	Eka-Ag Sa? 151	Золото Au 197	1-я

Структурные типы	Періодъ четвертый	Періодъ шестой	Группы Менделѣева
0-й	Криптонъ Kr 82	Ксенонъ Xe 128	8-я
1-й	Бромъ Br 80	Іодъ I 127	7-я
2-й	Селенъ Se 79	Теллуръ Te 127	6-я
3-й	Мышьякъ As 75	Сурьма Sb 120	5-я
4-й	Германій Ge 72	Олово Sn 119	4-я
5-й	Галлій Ga 70	Индій In 115	3-я
6-й	Цинкъ Zn 65	Кадмій Cd 112	2-я
7-й	Мѣдь Cu 63	Серебро Ag 107	1-я

Здѣсь же обнаруживается и еще болѣе интересное сходство въ эволюціи вещества въ органическихъ и въ минеральныхъ элементахъ. Разсматривая представителей 7-го типа, мы видимъ, что въ немъ аналогами щелочнаго металла натрія являются совсѣмъ не щелочные: мѣдь, серебро, эка-серебро и золото. Точно также и по валентности мѣдь и золото совсѣмъ не подходятъ къ этому типу. Такія уклоненія заставляютъ ожидать серьезныхъ измѣненій въ строеніи атомовъ у данныхъ элементовъ, принадлежащихъ по своимъ діамагнитнымъ свойствамъ несомнѣнно къ этимъ четнымъ періодамъ. Дѣйствительно, въ ихъ атомныхъ вѣсахъ обнаруживается такой недочетъ, который соотвѣтствуетъ выбросу изъ ихъ структурныхъ цѣпей двухъ протоатомовъ гелія, т. е. указываетъ на циклизированіе ихъ атомовъ, аналогично тому, какъ это мы видимъ у углеводородныхъ радикаловъ органическаго міра. Совершенно такую же девіацію свойствъ читатель замѣтитъ и у цинка, замѣтно отступившаго отъ своего прототипа—магнія, хотя и безъ нарушенія первоначальной валентности. Его атомный вѣсъ тоже обнаруживаетъ недочетъ двухъ протоатомовъ гелія (около 4 единицъ кислороднаго эталона $\underline{\underline{O}} = 16$), особенно если мы примемъ, что и у него, какъ у его аналога, бериллія, присутствуетъ избыточный протоатомъ водорода $.h$ — въ одномъ изъ крайнихъ звеньевъ.

Все это заставляетъ допустить полное циклизированіе интра-атомныхъ цѣпей у нѣкоторыхъ элементовъ, а у другихъ элементовъ не полное, еще не закончившееся, и въ такомъ случаѣ элементъ будетъ обладать радіоактивностью съ выдѣленіемъ геліе-образующей эманаціи, если циклизированіе продолжается и при современныхъ космическихъ условіяхъ земной поверхности. Такое явленіе особенно ярко обнаруживается у радія, который [1]) повидимому переходитъ въ цикло-радій по формулѣ

$$n\ Rd_{nor} = n\ Rd_{cyc} + n\ (2 \cdot x \cdot) = n\ Rd_{cyc} + n\ He$$

Нормальный радій. — Цикло-радій. — Полимерная эманація. — Цикло-радій. — Гелій.

[1]) Какъ я подробно показалъ въ „Період. Сист. строенія вещества“ стр. 348, Москва, 1907 г.

т. е. по схемѣ:

Нормальный радій. $Rd = 225$ = Радій циклическій. $Rd = 221$ + α—брызги радія.

Если же циклизированье при современныхъ условіяхъ не можетъ происходить, но отчасти произошло ранѣе, то оба варіанта покажутся намъ двумя близкими другъ къ другу элементами, занимающими тоже самое мѣсто въ періодической системѣ, но одинъ изъ нихъ будетъ на 4 единицы легче другого по своему паевому вѣсу.

Взглянувъ на схемы четныхъ періодовъ (Табл. IV) системы минеральныхъ элементовъ, мы видимъ, что за исключеніемъ цинка и металловъ 7-го типа, они не даютъ намъ права заподозрить циклизированье у какихъ либо другихъ представителей четнозвенныхъ интра-атомныхъ цѣпей. Вѣса и свойства всѣхъ остальныхъ или вполнѣ точно согласны съ находимыми опытомъ, или отличаются отъ нихъ очень мало. Въ общемъ можно замѣтить слѣдующую особенность. По мѣрѣ перехода къ правой сторонѣ таблицы, когда у элементовъ начинаютъ возникать кислотныя (галоидныя) свойства, ихъ жадность къ протоводороду увеличивается, и онъ начинаетъ вступать даже въ ихъ крайнія звенья въ количествѣ до 2 h, въ каждое звено, а у теллура даже до 4 h (если въ немъ нѣтъ примѣси болѣе тяжелаго эка-теллура). Четновалентные элементы болѣе жадны къ протоводороду, чѣмъ нечетновалентные. Тяжелые—болѣе, чѣмъ легкіе.

(*Продолженіе слѣдуетъ*).

Опытное введеніе въ теорію электроновъ.

Г. К. Мерчинга[1]).

Электронная теорія, которая въ настоящее время все болѣе и болѣе является ключемъ къ объясненію огромной области электрическихъ явленій, и о которой поэтому нельзя уже умолчать при преподаваніи даже въ средней школѣ, представляетъ, однако, въ опытномъ отношеніи для преподавателя большія затрудненія, если онъ не обладаетъ достаточно богатымъ физическимъ кабинетомъ. Между тѣмъ, изложеніе основъ новой теоріи можетъ принести пользу лишь въ томъ случаѣ, если слушатели не только увидятъ главнѣйшіе факты, о которыхъ идетъ рѣчь, но и будутъ въ состояніи, хоть въ приближенномъ видѣ, провѣрить количественныя соотношенія, на которыхъ построена теорія.

Главнѣйшіе факты теоріи, напримѣръ, насыщенный токъ или изгибъ луча въ магнитномъ полѣ требуютъ или высокаго напряженія, или сильнаго магнитнаго поля; если же при этомъ задаться цѣлью произвести измѣренія явленія, то обнаруживаются новыя трудности, такъ какъ для измѣреній нужны весьма точные измѣрительные приборы.

Но недавно замѣченное Венельтомъ и другими изслѣдователями явленіе, что окислы нѣкоторыхъ металловъ и особенно кальція, барія и стронція при нагрѣваніи становятся источникомъ весьма сильной іонизаціи воздуха и посылаютъ сильный потокъ отрицательныхъ электроновъ, позволяетъ уже сравнительно проще демонстрировать нѣкоторыя основныя количественныя соотношенія этой теоріи. Опыты, описаніе которыхъ помѣщено ниже, впервые были предложены самимъ Венельтомъ[2]). При

[1]) Докладъ съ демонстраціями, сдѣланный на IV Всероссійскомъ Электротехническомъ Съѣздѣ въ Кіевѣ, въ маѣ 1907 г.

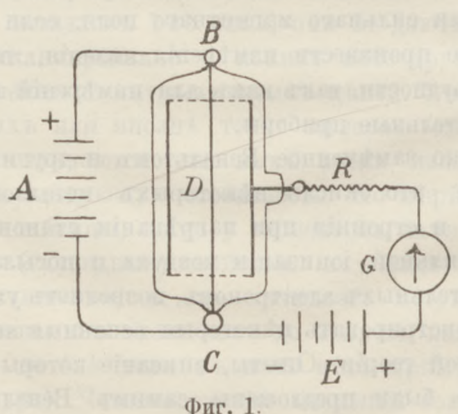
[2]) Demonstrationsversuche zur Erläuterung der Theorie der Electrizitätsleitung in Gasen, Zeitschrift f. Phys. u. Chem. Unterricht, 1905 г.

ихъ воспроизведенiи сначала въ моей лабораторiи въ Петербургѣ, а затѣмъ на IV Всероссiйскомъ Электротехническомъ Съѣздѣ въ Кiевѣ въ 1907 г., я немного измѣнилъ и упростилъ расположенiе Венельта; я подѣлюсь нѣкоторыми указанiями, которыя, можетъ быть, не будутъ безполезны для читателя.

I.

Насыщенный токъ и опредѣленiе числа электроновъ.

Какъ извѣстно, если воздухъ между анодомъ и катодомъ iонизированъ и если разность потенцiаловъ между ними постепенно увеличивается, то возрастаетъ и результирующiй электрическiй токъ черезъ воздухъ, причемъ это возрастанiе первоначально происходитъ по закону Ома, т. е. пропорцiонально напряженiю тока, а затѣмъ, начиная съ извѣстной разности потенцiаловъ, токъ больше не возрастаетъ, несмотря на ея увеличенiе. Этотъ „насыщенный" токъ, который по теорiи устанавливается въ томъ случаѣ, когда количество высылаемыхъ iоновъ какъ разъ достаточно для того, чтобы устранить iонизацiю газа [1]), обладаетъ свойствомъ, что его сила прямо пропорцiональна заряду электрона и числу высылаемыхъ iоновъ. Поэтому, если удастся получить этотъ токъ и измѣрить его, можно по заряду опредѣлить число iоновъ.



Фиг. 1.

Для полученiя насыщеннаго тока по предложенiю Венельта фирма Э. Гунделахъ въ Гельбергѣ, въ Тюрингiи, заготовляетъ

[1]) J. J. Thomson, Die Entladung der Electrizität durch Gase. 1900, стр. 23–25.

трубки, съ весьма разрѣженнымъ воздухомъ, катоднаго типа. Въ этихъ трубкахъ внутри находятся: а) металлическій (алюминіевый) цилиндръ D, который служитъ анодомъ и который можетъ быть электрически соединенъ помощью припаянной проволоки R (фиг. 1) съ положительнымъ полюсомъ батареи E; б) платиновая проволока CB, покрытая окисью кальція и расположенная по оси цилиндра. Эта проволока посредствомъ двухъ проводовъ можетъ быть соединена съ отрицательнымъ полюсомъ батареи E.

Если проволока накалена, то она лучеиспускаетъ отрицательные іоны, и между нею и цилиндромъ D устанавливается токъ, который можетъ быть измѣренъ на гальванометрѣ G. Для накаливанія проволоки CB, коей сопротивленіе незначительно, достаточна батарея, состоящая изъ нѣсколькихъ аккумуляторовъ A, такъ какъ токъ въ 3—4 ампера вызываетъ уже такое накаливаніе проволоки CB, при которомъ между CB и D, появляется довольно сильный потокъ іоновъ.

Какъ источникомъ разности потенціаловъ E, лучше всего пользоваться имѣющимися въ продажѣ батареями, построенными спеціально для этой цѣли. Такая батарея на 100 вольтъ стоитъ около 30 руб. и не требуетъ уже измѣренія напряженія, такъ какъ напряженіе каждаго элемента постоянно и напряженіе въ цѣпи можетъ быть опредѣлено по числу включенныхъ элементовъ.

Предложенный Винельтомъ способъ, согласно которому необходимое напряженіе берется отъ освѣтительной станціи, устраивая при помощи реостата соотвѣтственное отвѣтвленіе, гораздо сложнѣе и требуетъ реостата расчитаннаго на довольно сильный токъ. Кромѣ того, по схемѣ Венельта необходимо имѣть и вольтметръ для опредѣленія напряженій въ отвѣтвленіяхъ.

Самый опытъ производится слѣдующимъ образомъ. Сначала при помощи аккумуляторовъ накаливаютъ проволоку CB. Въ этой цѣпи весьма важно имѣть реостатъ и амперметръ, такъ какъ проволоку CB можно очень легко пережечь; только весьма осторожнымъ усиленіемъ тока можно опредѣлить то его значеніе, при которомъ проволока еще не пережжена, но уже лучеиспускаетъ отрицательные іоны. Темно-красное каленіе обыкновенно еще недостаточно, надо дойти до свѣтлокраснаго. При этомъ проволока значительно удлиняется, и надо обратить особенное вниманіе, чтобы она не коснулась цилиндра D, ибо

тогда получается короткое замыканіе, и гальванометръ G можетъ быть сожженъ.

Когда проволока CB достаточно накалена, въ цѣпь гальванометра G вводятъ помощью батареи E напряженіе около 10 вольтъ. Если гальванометръ обладаетъ чувствительностью около 10^{-5} ампера, то обыкновенно уже можно замѣтить токъ. Если подъ рукою нѣтъ зеркальнаго гальванометра, то можно его для этой цѣли замѣнить дешевымъ, но хорошимъ микроамперметромъ Гартмана и Брауна. Такой приборъ стоитъ около 20 руб. и имѣетъ чувствительность въ 3.10^{-6} ампера, что вполнѣ достаточно для этихъ опытовъ.

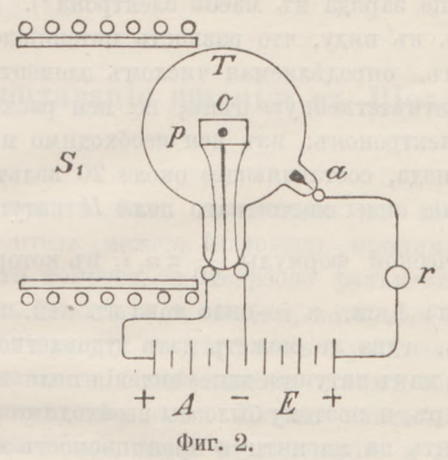
Получивъ первый отчетъ гальванометра при 10 вольтахъ, включаемъ послѣдовательно 20, 30, 40 и т. д. вольтъ и замѣчаемъ соотвѣтственныя отклоненія. Если отчеты нанести на графикѣ, то получается почти прямая линія, т. е. сила тока пропорціональна его напряженію по закону Ома. Но при опредѣленномъ напряженіи, между 100—120 вольтъ,—въ зависимости отъ степени накаливанія проволоки, иногда и больше,—кривая круто поворачивается и при дальнѣйшемъ увеличеніи потенціала остается параллельной оси потенціаловъ. Этотъ моментъ соотвѣтствуетъ насыщающему току. Согласно теоріи сила этого тока $J = N\varepsilon$, гдѣ ε зарядъ электрона, а N число электроновъ. Если этотъ зарядъ принять равнымъ $4,_2 . 10^{-10}$ электростатическихъ единицъ и выразить опредѣленную описаннымъ выше опытомъ силу тока J также въ электростатическихъ единицахъ, то можно опредѣлить число электроновъ N, лучеиспускаемыхъ окисломъ катода въ единицу времени. Производя опытъ при разныхъ степеняхъ накаливанія проволоки, можно также опредѣлить зависимость N отъ этого послѣдняго условія.

II.

Магнитный изгибъ катоднаго луча и опредѣленіе скорости электроновъ.

Для количественнаго опредѣленія изгиба катоднаго луча можно также воспользоваться потокомъ іоновъ, лучеиспускаемыхъ накаленною окисью кальція. Въ шаровидной катодной трубкѣ T (фиг. 2) помѣщается платиновая пластинка P, которая можетъ быть накалена помощью мѣстной аккумуляторной

батареи A. На пластинкѣ P насажена крупинка окиси кальцiя O, которая накаливается совмѣстно съ пластинкою. Если пластин-



Фиг. 2.

ку P сдѣлать катодомъ и приложить къ ней разность потенцiаловъ около 100 вольтъ посредствомъ такой же батареи E, какъ и въ предыдущемъ опытѣ [1]), то изъ O получается рѣзкiй прямолинейный катодный лучъ, перпендикулярный къ плоскости чертежа.

Собственно говоря, вся пластинка P должна бы также участвовать въ образованiи катоднаго луча, но такъ какъ паденiе потенцiала у катода на поверхности металла значительно больше, чѣмъ на накаленной окиси кальцiя, то, какъ показалъ Венельтъ, катодный лучъ получается только отъ окиси кальцiя при сравнительно незначительной разности потенцiаловъ E. При этомъ окись кальцiя лучеиспускаетъ электроны съ значительно меньшею скоростью, чѣмъ платина, вслѣдствiе чего рѣзкiй синеватый лучъ, идущiй отъ крупинки окиси кальцiя O, легко загибается магнитнымъ полемъ. Если шаровую трубку T покрыть катушкою S_1, которая даетъ приблизительно равномѣрное поле H въ центрѣ катодной трубки O, то при сравнительно малой силѣ тока, возбуждающаго катушку, всего въ нѣсколько амперовъ, катодный лучъ можно завернуть въ полную окружность, радiусъ которой ρ можетъ быть съ достаточнымъ приближенiемъ опредѣленъ или отраженiемъ въ зеркалѣ, или проектированiемъ на масштабъ.

---

[1]) Между анодомъ a и батареею E необходимо вставить сопротивленiе r, напримѣръ, калильную лампочку.

Зная радіусъ окружности ρ и силу поля H, можно изъ извѣстныхъ соотношеній опредѣлить какъ скорость электроновъ, такъ и отношеніе заряда къ массѣ электрона [1]). При этомъ необходимо имѣть въ виду, что разность потенціаловъ между анодомъ и катодомъ, опредѣляемая числомъ элементовъ E, включенныхъ въ соотвѣтственную цѣпь, не вся расходуется на лучеиспусканіе электроновъ; изъ нея необходимо вычесть паденіе потенціала у анода, составляющее около 20 вольтъ.

Опредѣленіе силы магнитнаго поля H катушки S_1 посредствомъ теоретической формулы $\frac{4}{10}\pi n_1 i$, въ которой n_1 есть число оборотовъ на 1 см., а i—сила тока въ ней, какъ предполагаетъ Венельтъ, едва ли можетъ дать удовлетворительные результаты, такъ какъ катушка для усиленія поля намотана на желѣзный цилиндръ, и поэтому было бы необходимо полученное выраженіе умножить на магнитную проницаемость желѣза, которая точно не извѣстна. Поэтому удобнѣе опредѣлить H для извѣстнаго возбуждающаго тока i, а этимъ послѣднимъ потомъ воспользоваться для отклоненія катоднаго луча посредствомъ балистическаго гальванометра, или, если возможно, посредствомъ магнитометра, который представляетъ наиболѣе удобный приборъ для измѣренія магнитныхъ полей.

Необходимыя для производства описанныхъ выше опытовъ двѣ катодныхъ трубки вмѣстѣ съ возбуждающей катушкою S_1 стоютъ у Гунделаха около 25—30 рублей, такъ что все обзаведеніе этими крайне интересными въ педагогическомъ отношеніи приборами едва ли превышаетъ средства даже скромнаго физическаго кабинета.

С.-Петербургъ.

Институтъ Путей Сообщенія.

---

[1]) Мерчингъ, Г. К. „Очеркъ основныхъ законовъ установившагося и неустановившагося электрическаго тока“, С.-Петербургъ, 1905 года, стр. 67 и слѣд.

Преподаваніе физики въ Шотландіи.

Задача можетъ быть предложена въ лабораторіи двумя способами. Учитель можетъ изложить принципы, лежащіе въ основѣ даннаго вопроса, и подробно разъяснить правила, которыя слѣдуетъ соблюдать, и ошибки, которыхъ нужно избѣгать; ученикъ же, слѣдующій по мѣрѣ силъ и умственнаго своего развитія его указаніямъ, освобождается такимъ образомъ отъ всякой будущей отвѣтственности. Или-же учитель можетъ ограничиться предложеніемъ темы изслѣдованія и дать общія указанія его хода, предоставивъ самимъ учащимся установить всѣ его подробности посредствомъ удачныхъ или неудачныхъ опытовъ.

Когда въ 1898 году Шотландскій Департаментъ Народнаго Просвѣщенія пытался примѣнить наиболѣе цѣлесообразную программу преподаванія экспериментальныхъ наукъ въ среднихъ школахъ разнаго типа [1]), то онъ остановился на второмъ методѣ. Въ томъ же году былъ изданъ циркуляръ, въ которомъ въ общихъ чертахъ намѣчался планъ преподаванія. Съ тѣхъ поръ въ школахъ произошла эволюція. Постепенное развитіе метода, основаннаго на самостоятельныхъ опытахъ, совершается, разумѣется, медленно, но теперь, послѣ восьмилѣтняго опыта, можно уже почти съ увѣренностью предсказать то направленіе, которое приметъ въ будущемъ преподаваніе экспериментальныхъ наукъ, по крайней мѣрѣ въ Шотландскихъ школахъ средняго типа.

Офиціальныя инструкціи. Въ циркулярѣ 1898 года въ категорической формѣ было высказано мнѣніе, что

[1]) Въ Шотландіи средняя школа дѣлится на два разряда: низшій съ трехлѣтнимъ цикломъ наукъ для дѣтей въ возрастѣ отъ 12½ до 15½ лѣтъ и высшій по крайней мѣрѣ съ двухлѣтнимъ цикломъ наукъ для дѣтей въ возрастѣ отъ 15½ до 17½ лѣтъ.

старый методъ преподаванія долженъ исчезнуть. Сущность его заключалась въ томъ, что учитель читалъ лекцію и дѣлалъ соотвѣтственныя демонстраціи, ученики-же записывали или запоминали изъ слышаннаго и видѣннаго тѣ мѣста, которыя ихъ наиболѣе поражали. Это былъ университетскій методъ, которому подражали на вечернихъ курсахъ и въ школахъ; впрочемъ, это единственный методъ научнаго преподаванія передъ большимъ количествомъ слушателей. Въ циркулярѣ было сказано: „Роль учителя опредѣляется тѣмъ, что онъ долженъ руководить и направлять, возбуждать интересъ и давать новыя идеи; онъ никогда не долженъ довольствоваться простымъ изложеніемъ готовыхъ результатовъ. Ихъ превосходительства желаютъ еще разъ замѣтить, что вводимые новые планы должны лечь въ основу умственной дисциплины, это ихъ главная цѣль. Поэтому окружнымъ инспекторамъ предписывается изучить качества и недостатки новыхъ плановъ и обращать больше вниманія на духъ и методы преподаванія, чѣмъ на сумму знаній, обнаруженныхъ на экзаменѣ. Сущность занятій состоитъ въ изслѣдованіи каждымъ ученикомъ индивидуально и самостоятельно опредѣленной лабораторной задачи, а изложеніе предмета и демонстрація опытовъ учителемъ должны занимать второстепенное мѣсто. Обычай составлять группы изъ двухъ учениковъ для совмѣстнаго изслѣдованія задачъ не долженъ больше примѣняться. Одна и та-же задача должна быть предложена одновременно всѣмъ ученикамъ класса, хотя и можетъ быть предложена различнымъ ученикамъ въ различной формѣ.“

Такимъ образомъ лабораторныя занятія легли въ основу воспитательной системы, а школамъ, стали выдавать значительныя субсидіи [1]). Практическія занятія должны продолжаться по крайней мѣрѣ полтора часа подрядъ и подъ руководствомъ

---

[1]) Вотъ нѣкоторыя данныя о финансовомъ положеніи шотландскихъ школъ, которыя позволятъ оцѣнить высокій размѣръ этихъ субсидій. Обратимъ вниманіе на весьма интересный принципъ, на основаніи котораго опредѣляется участіе правительства въ расходахъ на школьное образованіе, принципъ, широко гарантирующій автономію каждой школы.

Среднія школы высшаго разряда состоятъ въ вѣдѣніи Школьнаго совѣта, и ихъ доходы образуются изъ двухъ различныхъ статей: 1-я изъ нормальныхъ доходовъ школы, 2-я изъ субсидіи Департамента Народнаго Просвѣщенія.

одного учителя одновременно должно заниматься не болѣе двадцати учениковъ. Практическiя занятiя должны происходить два раза въ недѣлю для того, чтобы послѣ трехлѣтняго цикла среднихъ классовъ ученики были допущены къ экзамену на соотвѣтственное свидѣтельство. Кандидаты къ этому экзамену должны имѣть по крайней мѣрѣ четырнадцать съ половиной лѣтъ. Если ученикъ будетъ продолжать свои занятiя дальше и пройдетъ серiю въ 480 учебныхъ часовъ, то онъ можетъ явиться къ экзамену на выпускное свидѣтельство по отдѣлу наукъ [1]).

Кстати слѣдуетъ замѣтить, что почти все здѣсь изложенное относится къ среднимъ классамъ, т. е. къ дѣтямъ въ возрастѣ отъ двѣнадцати съ половиною до пятнадцати съ половиною лѣтъ, въ среднемъ. Нѣкоторыя школы не рѣшаются еще удѣлить должное мѣсто преподаванiю экспериментальныхъ наукъ въ своихъ планахъ; но число ихъ невелико и уменьшается съ каждымъ годомъ; исключенiя не составляютъ, вѣроятно, болѣе 5% субсидируемыхъ правительствомъ школъ низшаго и высшаго разрядовъ. Кромѣ этихъ 5% всѣ школы приняли теперь мѣры, чтобы дать возможность всѣмъ своимъ ученикамъ пройти описанный здѣсь курсъ экспериментальныхъ наукъ. Въ

За 1905—1906 школьный годъ обѣ приведенныя статьи доходовъ выразились суммами въ 80.000 и 70.000 фунтовъ стерлинговъ. Субсидiя Департамента вычисляется на основанiи числа учениковъ и часовъ преподаванiя. Такимъ образомъ трехклассная школа при 20 ученикахъ въ классѣ, подчиняющаяся утвержденной программѣ, но не имѣющая практическихъ занятiй по экспериментальнымъ наукамъ, получаетъ субсидiи за 1, 2 и 3 классы въ 50, 70 и 90 фунтовъ стерлинговъ, а всего 210 ф. ст.

Но если программа заключаетъ, напримѣръ, по три часа практическихъ занятiй въ каждомъ классѣ, то сверхъ вышеприведенной суммы правительство прибавляетъ за 60 учениковъ и 120 часовъ преподаванiя по 1,5 пенни за ученика-часъ, т. е. еще 45 фунтовъ стерлинговъ. Этимъ выражается правительственная субсидiя школамъ для введенiя практическаго преподаванiя экспериментальныхъ наукъ, которую Школьный Совѣтъ можетъ еще увеличить изъ другихъ статей школьныхъ доходовъ.

За 1905—1906 учебный годъ правительственная субсидiя по практическому преподаванiю экспериментальныхъ наукъ достигла въ Шотландiи 12.000 фунтовъ стерлинговъ для всѣхъ среднихъ школъ высшаго разряда.

[1]) Вскорѣ ожидаютъ повышенiя размѣра требованiй для этого экзамена; кандидатъ, не окончившiй полнаго курса высшихъ классовъ, не будетъ допускаться къ экзамену на выпускное свидѣтельство.

продолженіе этихъ трехъ лѣтъ, мальчики и дѣвочки обучаются обыкновенно вмѣстѣ по одному и тому же плану.

Методъ лабораторнаго преподаванія. Учитель можетъ вести лабораторныя занятія двумя совсѣмъ различными способами, хотя на первый взглядъ разница между ними не вполнѣ очевидна; она заключается въ цѣли, которою задается учитель, и въ направленіи требуемой отъ ученика умственной работы. Приведемъ здѣсь для иллюстраціи серію опытовъ, характерную для каждаго изъ нихъ.

Первый методъ. a) Законъ Архимеда. Плотность твердаго тѣла неправильной формы, тонущаго въ водѣ.

b) Плотность плавающаго по водѣ твердаго тѣла.

c) Плотность растворяющагося въ водѣ твердаго тѣла и т. д.

Воспитанники шотландскихъ университетовъ и высшихъ техническихъ школъ знакомы съ этимъ методомъ преподаванія. Каждый опытъ ставится съ цѣлью пролить свѣтъ на различныя стороны вопроса, или же для лучшаго усвоенія пройденныхъ въ классѣ принциповъ и фактовъ. Понятно, что здѣсь нѣтъ границъ указаніямъ, даваемымъ учителемъ. Въ большихъ заведеніяхъ снабжаютъ учениковъ печатными листами съ инструкціями. Эти листы содержатъ часто въ качествѣ приложенія объясненія принциповъ, лежащихъ въ основѣ даннаго опыта, совѣты, какъ лучше изложить результаты, необходимыя формулы и иногда даже схему вычисленій.

Не удивительно, что учителя, приглашенные для веденія въ школахъ практическихъ занятій, примѣнили методы, служившіе для ихъ собственнаго образованія. Вмѣсто печатныхъ листовъ они дали въ руки дѣтямъ соотвѣтственные учебники. Но этотъ методъ привлекалъ учителей еще по другой причинѣ: было найдено, что успѣхи, достигнутые посредствомъ однихъ только лабораторныхъ занятій, были чрезвычайно медленны въ сравненіи съ успѣхами, оказываемыми при устномъ преподаваніи, и вышеприведенный методъ даетъ по крайней мѣрѣ экономію времени [1]). По своему духу это та же старая система, лишенная только внѣшнихъ признаковъ устнаго урока. Этотъ

---

[1]) Это правильно въ томъ случаѣ, когда къ успѣхамъ учениковъ прилагаютъ въ обоихъ случаяхъ одинъ и тотъ же критерій, а именно успѣхи, обнаруженные ими на экзаменахъ.

методъ примѣняется еще въ нѣкоторыхъ училищахъ, но быстро исчезаетъ изъ школъ средняго типа.

Второй методъ. a) Предположимъ, что учитель ставитъ вопросъ: Почему плавающiй человѣкъ можетъ быть удержанъ на водѣ пальцемъ, подставленнымъ подъ его подбородокъ, или же веревкой недостаточно крѣпкой для того, чтобы его вытянуть изъ воды? Сумма знанiй учениковъ окажется недостаточной для разрѣшенiя этого вопроса; нужно будетъ прибѣгнуть къ опыту. Сначала изслѣдуютъ одинаково ли вѣсятъ тѣла въ воздухѣ и въ водѣ. Учитель дастъ въ видѣ образцовъ кубы съ ребрами въ 1 сантиметръ, сдѣланные изъ различнаго матерiала. Общiе результаты, выписанные на доскѣ, покажутъ, что каждый кубъ потерялъ около 1 грамма. Тѣла были совершенно различны, но это были кубическiе сантиметры. Общiй выводъ слѣдуетъ ясно: кубическiй сантиметръ теряетъ 1 граммъ своего вѣса, если его погрузить въ воду.

b) Въ слѣдующемъ опытѣ можно будетъ изслѣдовать, теряетъ-ли камушекъ тоже 1 грамъ, если его погрузить въ воду. Результаты получатся весьма разнообразные. Кто нибудь изъ учениковъ выскажетъ, пожалуй, предположенiе, что различная величина камней можетъ объяснить это разнообразiе. Ученики уже знакомы съ однимъ изъ методовъ опредѣленiя объемовъ безъ помощи вѣсовъ и если выписать на доскѣ соотвѣтственные результаты, то выводъ становится яснымъ.

c) Въ третьемъ опытѣ можно будетъ изслѣдовать влiянiе замѣны воды другою жидкостью. Приложенiе такимъ образомъ открытыхъ законовъ къ опредѣленiю объемовъ и плотностей посредствомъ двойнаго взвѣшиванiя, хотя и не составляетъ существенно необходимой части серiи изслѣдованiй, слишкомъ поучительно, чтобы его оставить въ сторонѣ. Но учитель, относящiйся съ довѣрiемъ къ этому методу, безъ труда откажется отъ опытовъ, приведенныхъ по поводу перваго метода подъ литерами b) и c). Такiя задачи представляютъ прекрасныя загадки, которыя можно предлагать развитымъ и правильно мыслящимъ индивидуумамъ для обдумыванiя на досугѣ. Было бы безсмысленно дать рѣшенiе раньше, чѣмъ кто нибудь изъ учениковъ не нашелъ его въ общемъ или по крайней мѣрѣ въ частномъ видѣ. При этомъ предполагается, что нѣтъ экзаменовъ, приписывающихъ значенiе простому знанiю подробностей.

Экзамены. Для того, чтобы сохранить за школами извѣстную свободу въ выборѣ методовъ преподаванія необходимо было устранить всякія опасенія по поводу характера экзаменовъ. Въ виду того, что при прежней системѣ устнаго и демонстративнаго преподаванія экзаменъ состоялъ исключительно въ письменномъ отвѣтѣ, теперь рѣшено было ввести главнымъ образомъ устныя и практическія испытанія. Предлагаемые вопросы выбраны изъ работъ, сдѣланныхъ учениками и указанныхъ въ ихъ записныхъ тетрадяхъ; тетради эти должны, разумѣется, сообразоваться съ программами, уже утвержденными Департаментомъ Народнаго Просвѣщенія. Сверхъ того, учителю предлагаютъ заготовить къ дню экзамена списокъ кандидатовъ въ порядкѣ обнаруженныхъ ими успѣховъ, съ обозначеніемъ числа часовъ выполненныхъ занятій и обоснованіемъ окончательной отмѣтки. Задача экзаменаторовъ состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, чтобы высказаться, согласны ли они съ оцѣнкой знаній, предложенной учителемъ. Послѣдній становится такимъ образомъ какъ бы членомъ испытательной комиссіи, которая въ случаѣ коренного несогласія относительно оцѣнки учителя, сознательно принимаетъ на себя извѣстную отвѣтственность. Если испытательная комиссія находитъ недостатки въ методѣ преподаванія, то она можетъ объ этомъ доложить въ отдѣльномъ рапортѣ.

Экзамены на среднее свидѣтельство низшаго разряда производятся обыкновенно подъ руководствомъ окружного инспектора. Для экзаменовъ на свидѣтельство высшаго разряда обыкновенный составъ комиссіи усиливаютъ въ продолженіе четырехъ или пяти недѣль экзаменаціоннаго періода извѣстнымъ числомъ опытныхъ профессоровъ университетовъ или высшихъ техническихъ школъ, являющихся представителями Департамента Народнаго Просвѣщенія, но отнюдь не высшихъ заведеній, въ которыхъ они состоятъ.

Программа занятій. Уже было сказано, что преподаваніе слѣдуетъ утвержденному плану. Каждая школа для утвержденія своей программы представляетъ ее въ Департаментъ, и она остается въ силѣ до тѣхъ поръ, пока учитель, послѣ ея практической провѣрки, не предложитъ новой. Послѣ нѣсколькихъ видоизмѣненій программа постепенно достигаетъ сравнительной устойчивости.

Такимъ образомъ достигли извѣстнаго одобренія преподаванія, по крайней мѣрѣ насколько это желательное въ школахъ низшаго разряда. Слѣдующій планъ очень распространенъ:

1-й годъ. Общія измѣренія, какъ то: длины, поверхности, объема, плотности. Немного гидростатики.

2-й годъ. Теплота. Немного гигрометріи. Немного физической химіи.

3-й годъ. Изученіе известняка, воздуха, воды, сѣры, соли, селитры, горѣнія свѣчи, занимаетъ половину школьнаго года, а количественныя измѣренія приводятъ впослѣдствіи къ понятію объ кратныхъ отношеніяхъ и химическихъ эквивалентахъ.

Это минимумъ требованій. Многія школы имѣютъ болѣе обширную программу, обыкновенно по динамикѣ и оптикѣ. Нормально эти упражненія занимаютъ 360 часовъ, послѣ чего ученики уже готовы къ соотвѣтственному экзамену.

Для школъ высшаго разряда общій типъ программы еще не выработанъ. По преимуществу проходятъ химію, свѣтъ, магнитизмъ и электричество, ботанику и физіологію. Рѣшающими факторами являются обыкновенно мѣстныя условія, составъ лабораторной коллекціи, наконецъ, личные взгляды и спеціальность учителя.

Лабораторіи и ихъ оборудованіе. Выше было сказано, что учителю не разрѣшается собирать одновременно больше двадцати учениковъ. Разумѣется, разрѣшали бы заниматься и двойному количеству учениковъ въ большой лабораторіи съ двумя учителями, но наиболѣе распространенный типъ представляютъ небольшія лабораторіи съ немногочисленными учениками. Оффиціальнаго типа лабораторій нѣтъ, но наиболѣе распространены размѣры площадью въ 9×8 кв. м. Въ залѣ обыкновенно 6 горизонтальныхъ столовъ 1.80×1.20 м.^{2}, за каждымъ изъ которыхъ помѣщается 4 ученика. На возвышеніи противъ доски часто стоитъ демонстраціонный столъ. Дальше существенную часть лабораторнаго инвентаря составляетъ корзина, двѣ или три раковины, консоли для вѣсовъ.

Число приборовъ должно быть таково, чтобы позволить каждому ученику располагать полной ихъ серіей, необходимой для продѣлываемаго имъ опыта. Кромѣ этого желательно, чтобы всѣ ученики вели одно и то-же изслѣдованіе одновременно. Для того,

чтобы избѣжать группированія учениковъ по два, нужно значительно увеличить число приборовъ. Что касается дорогихъ приборовъ, какъ напр. вѣсы, то считаютъ достаточнымъ располагать однимъ приборомъ на двухъ учениковъ. Остальные приборы и приспособленія, какъ и сама лабораторія, самаго простого характера. Часто въ школахъ встрѣчаются весьма простые приборы, придуманные учителемъ и построенные въ мастерской учениками.

Записныя тетради. Департаментъ Народнаго Просвѣщенія придаетъ большое значеніе добросовѣстному и исправному веденію самими учениками записныхъ тетрадей, считая, что недобросовѣстное и неряшливое отношеніе къ работѣ является слѣдствіемъ серьезныхъ недостатковъ въ общемъ состояніи преподаванія. Но нѣкоторые пріемы, способствующіе исправному виду записныхъ тетрадей, строго воспрещены. Такъ, напримѣръ, учителю запрещено диктовать замѣтки, за исключеніемъ первыхъ трехъ, четырехъ уроковъ. Но онъ съ пользою можетъ выписать на доскѣ подробное заглавіе изслѣдованія, и ему необходимо разобрать и обсудить выводы, которые можно сдѣлать изъ исполненнаго опыта, раньше чѣмъ ученики приступятъ къ изложенію въ тетради. Всѣ наблюденія должны быть записаны на мѣстѣ въ лабораторіи, предпочтительно чернилами. Писать черновики и на отдѣльныхъ листахъ строго воспрещается. Характеръ полнаго описанія долженъ быть таковъ, чтобы другое лицо, безъ всякой посторонней помощи, могло повторить данный опытъ такимъ же образомъ и съ тѣми же приборами. Разумѣется, требованія эти не безъ труда могутъ быть удовлетворены съ тринадцатилѣтними дѣтьми.

Отсюда, очевидно, слѣдуетъ, что внесенный въ тетрадь отчетъ, помѣченный непремѣнно соотвѣтственнымъ числомъ мѣсяца, долженъ свидѣтельствовать о томъ, дѣйствительно ли ученикъ самъ продѣлалъ данный опытъ, или же онъ только присутствовалъ при его демонстраціи учителемъ. Въ отчетѣ долженъ быть приведенъ средній результатъ, полученный всѣмъ классомъ, и равнымъ образомъ должны быть упомянуты тѣ случайности, которыя иногда извращаютъ результаты опыта.

Задачи будущаго. Многіе вопросы ждутъ еще своего практическаго разрѣшенія. Примѣняемые нынѣ методы преподаванія даютъ хорошіе результаты съ учениками школъ низ-

шаго типа. Химія, пожалуй, поддается наилучше чисто экспериментальному преподаванію, теплота—наименѣе. Но вотъ вопросъ: возможно ли и желательно ли примѣненіе тѣхъ же методовъ преподаванія въ другихъ отдѣлахъ физики, которые были бы выбраны для послѣдующаго преподаванія? И дальше, какая роль приходится на долю опыта и демонстраціи въ теперешней системѣ преподаванія? Очевидно, что учитель можетъ съ пользою повторить въ началѣ урока очень простые опыты, могущіе навести учениковъ на рѣшеніе предполагаемой задачи. Но много поразительныхъ по своей простотѣ опытовъ, требующихъ дорогихъ приборовъ или очень тонкихъ манипуляцій, не нашли себѣ до сихъ поръ примѣненія. Ихъ назначеніе могло бы просто состоять въ подтвержденіи самымъ убѣдительнымъ и поразительнымъ образомъ явленія, предварительно открытаго классомъ, и слѣдовательно такимъ опытамъ пришлось бы отвести мѣсто въ концѣ урока. Но, вѣроятно, нужно будетъ подождать еще съ отведеніемъ подобнаго мѣста демонстраціи въ школьномъ преподаваніи до тѣхъ поръ, пока школы не пріобрѣтутъ достаточно багатыхъ коллекцій приборовъ.

Придется тоже разобрать подробнѣе точки прикосновенія въ преподаваніи физики и математики. Вѣроятно, часть упражненій, относящаяся къ измѣренію длины и поверхностей, будетъ болѣе умѣстной при прохожденіи ариѳметики, раньше чѣмъ ученики перейдутъ въ среднюю школу низшаго разряда. Это вполнѣ допустимо и нѣтъ сомнѣнія, что экспериментальные методы послѣ устраненія нѣкоторыхъ препятствій практическаго характера проникнутъ и въ элементарное преподаваніе. Въ среднихъ школахъ низшаго разряда науки носятъ чисто экспериментальный характеръ и, безъ сомнѣнія, сохранятъ таковой. Что будетъ со школами высшаго разряда? Не нужно ли ввести сюда первыя начала математики въ приложеніи къ изслѣдованію динамики, акустики, электричества и др.? Математическіе выводы должны бы тогда опираться на экспериментальныя изслѣдованія и комбинироваться съ ними, но для этого нужно было бы отвести часть времени на теоретическіе уроки.

Наконецъ, тамъ, гдѣ представилась бы возможность обучать дѣвушекъ въ отдѣльныхъ классахъ, нужно было бы составить для нихъ спеціальную программу, въ которой главное мѣсто слѣдовало бы отвести естествознанію и домашнему хозяйству.

Извлеченіе изъ программы преподаванія.

Первый годъ.

Введеніе. Первый урокъ долженъ быть посвященъ опыту классификаціи: слѣдуетъ предложить ученикамъ вписать въ отдѣльныхъ графахъ вещества, похожія на камни, воду и воздухъ и отличающіяся отъ нихъ, а затѣмъ произвести разборъ очевидныхъ разницъ, существующихъ между газами, жидкостями и твердыми тѣлами. Термины „твердыя тѣла" „жидкости" и „газы" могутъ быть здѣсь приведены, но не нужно давать формальнаго ихъ опредѣленія. Равнымъ образомъ выраженія „тяжелый" и „легкій", „большой" и „малый", должны быть употребляемы такъ, чтобы подготовить учениковъ къ болѣе точному понятію „вѣса" и „объема".

Мѣры длины, поверхности и объема. Необходимость единицы объема и поверхности и служащей для нихъ основой единицы длины очевидна; практическое примѣненіе ярда, метра, градуированнаго цилиндра и бюретки. Числовое сравненіе мѣръ одной и той же длины въ дюймахъ и сантиметрахъ укажетъ на отношеніе между британскою и метрическою системами; это будетъ удобный моментъ для повторенія десятичныхъ дробей по ариѳметикѣ; такимъ образомъ ученики будутъ въ состояніи на практикѣ оцѣнить значеніе десятичной системы. Эти измѣрительныя упражненія не должны продолжаться слишкомъ долго; ихъ нужно прекратить тотчасъ, какъ только ученики научатся опредѣлять съ достаточною точностью площади треугольниковъ, четыреугольниковъ и круговъ, лабораторныхъ столовъ, стѣнъ и пола; объемы куба, призмы, конуса и цилиндра, стклянки и классной комнаты. Эти измѣренія являются только средствомъ для достиженія опредѣленной цѣли, но возбужденный ими интересъ и ихъ польза увеличатся, если ихъ примѣнить къ нахожденію или провѣркѣ хорошо извѣстныхъ отношеній, какъ то: отношенія между окружностью и діаметромъ круга, выводовъ геометрическихъ теоремъ на основаніи измѣренія площадей, отношенія между объемомъ цилиндра и конуса, основанія и высоты которыхъ равны.

Относительныя плотности. Затѣмъ послѣдуетъ практическое изученіе вѣсовъ безъ всякой теоріи, и классъ, уже

знакомый съ опредѣленіемъ вѣсовъ и объемовъ, будетъ въ состояніи усвоить себѣ понятіе о плотности. Относительныя плотности различныхъ твердыхъ и жидкихъ тѣлъ. Замѣтить ученикамъ, что они всегда находятъ для вѣса 1 см.[3] воды слишкомъ малое число. Если сдѣлать взвѣшиванія съ болѣе и менѣе теплою водою, то изслѣдованіе можетъ показать, что существуетъ соотношеніе между теплотой воды и слишкомъ малымъ числомъ, получаемомъ при взвѣшиваніи; не нужно, однако, слишкомъ углубляться въ этомъ направленіи, такъ какъ къ этому вопросу придется возвратиться впослѣдствіи.

Принципъ Архимеда. Установлено обыденнымъ опытомъ, что тѣла вѣсятъ въ водѣ меньше, чѣмъ въ воздухѣ. Посредствомъ опроса учениковъ положеніе это можно провѣрить и формулировать точнѣе; этимъ путемъ будетъ найденъ принципъ Архимеда, который и будетъ приложенъ къ опредѣленію плотности.

Газы. Цѣлесообразнѣе отложить изученіе плотности газовъ, но слѣдуетъ указать теперь же, что воздухъ представляетъ что то, что давитъ и вѣситъ. На первое свойство наводитъ опытъ погруженія опрокинутой стклянки въ воду; второе свойство находится легко, если взвѣсить стклянку, наполненную сначала холоднымъ воздухомъ, а затѣмъ нагрѣтымъ, или же какимъ нибудь другимъ образомъ.

Расширеніе. Эти опыты, повторяемые съ различными твердыми и жидкими тѣлами, сначала качественные, потомъ количественные, приводятъ къ понятію о расширеніи и къ его измѣренію. Они наводятъ на способъ опредѣленія градуса теплоты или температуры. Термометръ, но не разбирать на этомъ мѣстѣ вопросы о выборѣ вещества. Сравнить два термометра, Цельзія и Фаренгейта, поставленные другъ противъ друга въ смѣси воды со льдомъ, которую постепенно нагрѣваютъ до кипѣнія; записывать температуры каждые 30 секундъ, построить графику результатовъ. Наблюдать скрытую теплоту, отвѣчающую горизонтальнымъ частямъ полученной кривой, не углубляясь больше въ это явленіе, къ которому ученики возвратятся впослѣдствіи.

Барометръ. Возвращаясь опять къ давленію воздуха, сдѣлать слѣдующій опытъ: открытая съ обоихъ концовъ стеклянная трубка, приблизительно въ метръ длиною, погружается

въ ртутную ванну. При разрѣженіи воздуха ртуть подымается, но не выше извѣстнаго предѣла. Изслѣдовать причину этого предѣла; ртутный барометръ. Приложеніе найденныхъ принциповъ къ насосамъ и сифонамъ. Необходимость точно опредѣлять состояніе температуры и давленія, при которыхъ измѣряютъ объемы газовъ; не нужно указывать на точные законы Шарля и Бойля-Маріотта, но слѣдуетъ отмѣтить удобства, представляемыя взвѣшиваніемъ при обыкновенныхъ температурѣ и давленіи.

Испареніе, раствореніе, перегонка. Вліяніе лѣтней жары на болота наводитъ на вопросъ объ испареніи. Послѣ испаренія обыкновенной воды замѣчается остатокъ; вода растворяетъ нѣкоторыя вещества; количественное изслѣдованіе растворяющей способности воды; примѣненіе растворенія къ раздѣленію смѣси. Перегонка и понятіе о чистой водѣ.

Второй годъ.

Дѣйствіе теплоты на тѣла. Нагрѣвать обыкновенные металлы (свинецъ, мѣдь, желѣзо, серебро, магній, олово) въ желѣзной ложкѣ на газовой горѣлкѣ и замѣчать результаты. Нѣкоторыя измѣненія, какъ, напримѣръ, измѣненіе цвѣта серебра, большая мягкость желѣза и др. временны и исчезаютъ съ прекращеніемъ нагрѣванія, между тѣмъ какъ другія постоянны. Нагрѣвать ртуть въ баллонѣ съ длинною отводною трубкою, служащею холодильникомъ. Этотъ опытъ долженъ продолжаться два, три дня для того, чтобы перегнать достаточное количество веществъ. Дѣйствіе теплоты на сѣру, соль, мѣлъ, уголь, хлѣбъ, мясо.

Изслѣдованіе желѣзной ржавчины. Взвѣшиваютъ желѣзныя опилки, затѣмъ смачиваютъ ихъ и оставляютъ ржавѣть, въ заключеніе ихъ сушатъ и взвѣшиваютъ снова. Увеличеніе вѣса наводитъ на мысль, что нѣчто было взято изъ воздуха; для провѣрки этого предположенія опытъ повторяютъ подъ колоколомъ, края котораго погружены въ воду и замѣчаютъ исчезновеніе части газа.

Горѣніе фосфора. Этотъ вопросъ напрашивается на изученіе изъ за спичекъ[1]). Сначала сожигаютъ небольшой ку-

[1]) Въ Англіи и Шотландіи употребляются преимущественно фосфорныя спички.

сокъ фосфора подъ сухимъ колоколомъ и замѣчаютъ образованіе бѣлаго твердаго тѣла, похожаго на снѣгъ. Затѣмъ опытъ повторяютъ въ тарированной трубкѣ, закрытой асбестовой трубкой, задерживающей окись, и замѣчаютъ увеличеніе вѣса. Наконецъ, кусокъ сухого фосфора сжигаютъ въ тарированной и герметически закрытой стклянкѣ; вѣсъ стклянки не измѣняется во время опыта, но если стклянку открыть, то входитъ воздухъ, и вѣсъ увеличивается. Открывая стклянку подъ водою, констатируютъ, что пятая часть воздуха исчезла. Въ другомъ опытѣ сожигаютъ фосфоръ подъ колоколомъ, помѣщеннымъ надъ водою и наблюдаютъ, что исчезаетъ пятая часть воздуха.

Сравниваютъ газообразные остатки различныхъ опытовъ и наблюдаютъ, что фосфоръ ужъ больше не горитъ въ газообразномъ остаткѣ отъ опыта ржавѣнія желѣза, и что желѣзо не ржавѣетъ въ оставшемся послѣ горѣнія фосфора газѣ. Выводы.

Горѣніе свѣчи. Въ сухой и закрытой стклянкѣ свѣча и фосфоръ скоро перестаютъ горѣть, что заставляетъ ученика думать, что происходитъ соединеніе съ активною частью воздуха. Это подтверждается фактомъ, что свѣча не горитъ въ газѣ, оставшемся послѣ горѣнія фосфора или ржавѣнія желѣза.

Затѣмъ жгутъ свѣчу подъ колоколомъ, помѣщеннымъ надъ водою; воздухъ уменьшается въ объемѣ, но меньше чѣмъ на одну пятую; вѣроятно, образовался газъ. Въ первомъ опытѣ образовалась роса, осѣвшая на стѣнкахъ сосуда—это вода.

Подобные же опыты со свѣтильнымъ газомъ. Выводы относительно состава воздуха, различіе между смѣсью и химическимъ соединеніемъ, нематеріальная природа теплоты.

Отдѣленіе активной части воздуха. Изслѣдуются различныя землистыя вещества, полученныя при нагрѣваніи металловъ на воздухѣ, и наблюдаютъ, что красный порошекъ, полученный при нагрѣваніи ртути, въ противоположность всѣмъ остальнымъ землистымъ веществамъ, исчезаетъ при болѣе сильномъ нагрѣванія. Собираютъ газъ и изслѣдуютъ его дѣйствіе на фосфоръ, желѣзо, горящую свѣчу. Наконецъ, производятъ синтезъ воздуха и замѣчаютъ при этомъ отсутствіе малѣйшаго признака химическаго дѣйствія и постепенное измѣненіе свойствъ полученнаго воздуха.

Теперь кислородъ можетъ быть полученъ обыкновенными способами и примѣненъ для горѣнія фосфора, сѣры, угля, маг-

нія; полученные продукты измѣняютъ синій и красный цвѣтъ цвѣтовъ. Объяснить термины: кислородъ и окись; изслѣдовать свойства двухъ, трехъ обыкновенныхъ кислотъ.

Составъ воды. Напомнить образованіе воды при горѣніи свѣчи и выводы изъ другихъ опытовъ, доказывающіе, что вода должна быть образована изъ кислорода, соединеннаго съ чѣмъ то, что находится въ воскѣ, свѣтильномъ газѣ и др., но не въ металлахъ. Навести на мысль о возможности отнять кислородъ у воды посредствомъ металловъ, причемъ второе тѣло остается свободнымъ.

Затѣмъ пропустить водяные пары надъ сильно нагрѣтой мѣдью, желѣзомъ: мѣдь не измѣняется; желѣзо даетъ черный порошокъ; такъ какъ не видно никакого другого продукта, то то, что осталось, есть, вѣроятно, газъ. Попытаться собрать его надъ водою и открыть такимъ образомъ водородъ.

Дальше произвести синтезъ воды при помощи нагрѣванія окиси мѣди въ струѣ кислорода. Учитель производитъ эвдіометрическій синтезъ и обращаетъ вниманіе на характеръ химическаго соединенія: опредѣленныя отношенія, измѣненіе свойствъ.

Изслѣдованіе мѣла. Обратить вниманіе на сходство мѣла съ магнезіей и другими окисями. Но при нагрѣваніи мѣлъ измѣняетъ свои свойства и теряетъ 44% своего вѣса. Примѣнить муфельную печь.

Заняться изслѣдованіемъ разницы свойствъ мѣла и извести: растворимости, щелочности, плотности, дѣйствія воды; сравнить известь съ растворами щелочей; обратить особое вниманіе на аммiакъ, указывающій на присутствіе азота въ сложномъ тѣлѣ. Введеніе въ понятіе о соли.

Отъ чего происходитъ потеря въ вѣсѣ при нагрѣваніи мѣла? Такъ какъ нѣтъ видимаго продукта, то очевидно выдѣляется газъ, или паръ. Мѣлъ, нагрѣтый въ желѣзной трубкѣ, даетъ газъ, не поддерживающій горѣнія, тяжелѣе воздуха, кислый по отношенію къ лакмусу и образующій съ известковою водою бѣлый осадокъ мѣла.

Съ кислотами мѣлъ выдѣляетъ газъ, который сравнить съ газомъ, полученнымъ при его нагрѣваніи; въ обоихъ случаяхъ одно и то-же вѣсовое количество мѣла даетъ одно и то-же вѣсовое количество газа, а именно 44% вѣса взятаго мѣла. Про-

пущенный въ известковую воду, выдѣлившiйся газъ даетъ осадокъ со всѣми свойствами первоначальнаго мѣла. Такимъ образомъ мѣлъ состоитъ изъ 56°/₀ извести и 44°/₀ газа. Этотъ газъ тождественъ съ полученнымъ при сгоранiи угля. Сжечь въ немъ магнiй и убѣдиться, что при этомъ образуется магнезiя и уголь.

Наконецъ, количественный составъ углекислаго газа опредѣляется учителемъ. Опредѣленный вѣсъ угля сожигается въ струѣ кислорода и образованный газъ собирается въ тарированной трубкѣ, наполненной гашеной известью.

Обзоръ пройденнаго: Мѣлъ приводится какъ примѣръ химическаго соединенiя, образованнаго составными частями (известь, углеродъ, кислородъ), входящими въ опредѣленныхъ отношенiяхъ и сильно отличающимися своими свойствами отъ мѣла; его элементы не могутъ быть раздѣлены механически.

Дальнѣйшее изученiе углекислаго газа. Выставленная на воздухъ известковая вода покрывается пленкой; представляющей мѣлъ; значитъ, въ атмосферѣ долженъ существовать углекислый газъ. Питательныя вещества при нагрѣванiи превращаются въ уголь, который при сгоранiи даетъ углекислоту. Газъ этотъ находится въ продуктахъ дыханiя. Два молодыхъ растенiя вставлены въ бутылки, содержащiе воздухъ съ углекислотою; одна изъ нихъ выставлена на солнце, другая сохраняется въ тѣни; въ первой бутылкѣ газъ можетъ опять поддерживать горѣнiе. Разборъ вопроса о противоположномъ дѣйствiи растенiй и животныхъ на составъ воздуха; объясненiе причины постоянства процентнаго содержанiя углекислоты въ воздухѣ.

Третiй годъ.

Подробное и систематическое изученiе въ классѣ и въ лабораторiи законовъ Шарля и Марiотта, скрытая теплота, удѣльная теплота, точки плавленiя и кипѣнiя. Простыя понятiя о силахъ тяготѣнiя, электрическихъ и магнитныхъ; отраженiе и преломленiе свѣта; тепловыя, химическiя и магнитныя дѣйствiя электрическаго тока.

Циркуляръ Шотландскаго Департамента Народнаго Просвѣщенія къ директорамъ среднихъ школъ высшаго разряда отъ 7 декабря 1898 г., приложенный къ программѣ.

М. Г.

Намѣченные въ приложенныхъ программахъ курсы предлагаются вамъ, какъ примѣры тѣхъ работъ по экспериментальнымъ наукамъ, которые ихъ превосходительства желаютъ ввести въ среднихъ школахъ высшаго разряда.

Ихъ превосходительства желаютъ ясно внушить, что примѣненіе одного изъ этихъ курсовъ ничуть не обязательно. Напротивъ, они считаютъ весьма важнымъ для собственнаго своего руководства въ будущемъ заручиться результатами большаго количества независимыхъ курсовъ. Сверхъ того, они желалаютъ, чтобы каждый учитель, пришедшій путемъ размышленія и опыта къ яснымъ выводамъ относительно курса, который было-бы желательно ввести, могъ представить свои соображенія для ихъ опытной провѣрки.

Слѣдующіе пункты должны быть всегда принимаемы въ разсчетъ во всѣхъ курсахъ:

Пріобрѣтеніе знанія нѣкотораго количества фактовъ не представляетъ прямой цѣли преподаванія; оно должно прежде всего стремиться привить ученику привычку къ точному изслѣдованію, какой методъ можетъ превратиться въ образовательное средство наивысшаго свойства.

Отсюда слѣдуетъ, что суть работъ заключается въ самостоятельномъ и индивидуальномъ изслѣдованіи каждымъ ученикомъ опредѣленной лабораторной задачи, и что демонстрація опытовъ учителемъ должна быть отодвинута на второй планъ. Разъясненія, необходимыя для пониманія предложенной задачи, могутъ предшествовать лабораторнымъ занятіямъ, за которыми должно непосредственно слѣдовать сравненіе полученныхъ учениками результатовъ, разборъ отступленій и выводъ общихъ слѣдствій. Экспериментальная демонстрація учителя можетъ быть примѣнена для подтвержденія результатовъ, или для выясненія ихъ значенія. Задача учителя руководить и направлять, возбуждать интересъ и наводить на новые вопросы; онъ никогда не долженъ довольствоваться изложеніемъ готовыхъ результатовъ. Для того, чтобы онъ могъ добросовѣстно нести эти обя-

занности, необходимо дать ему возможность удѣлять много времени и вниманія постановкѣ занятій, тщательной подготовкѣ опытовъ и выбору задачъ для своихъ учениковъ, и этимъ именно нужно руководиться при распредѣленіи служебнаго времени учителя въ школѣ.

Вѣрное и ясное изложеніе результатовъ наблюденія не менѣе важно, чѣмъ само наблюденіе. Поэтому каждый ученикъ долженъ запастись разграфленною тетрадью, въ которой, въ самой лабораторіи и непосредственно послѣ опыта, должны быть отмѣчены въ послѣдовательномъ порядкѣ всѣ наблюденія, съ обозначеніемъ числа и мѣсяца.

Полный курсъ, если онъ выполненъ цѣликомъ, долженъ дать ученикамъ глубокое и прочное знакомство съ разнообразными явленіями природы. Нужно употребить всѣ средства, чтобы наглядно убѣдить учениковъ, что полученные ими результаты въ лабораторіи вѣрны въ равной мѣрѣ и для внѣшняго міра. Для достиженія этой цѣли нужно всегда употреблять самые простые приборы, съ которыми можетъ быть достигнута требуемая точность, и на подходящихъ примѣрахъ слѣдуетъ обращать вниманіе учениковъ на значеніе полученныхъ ими результатовъ въ техникѣ и въ обыденной жизни.

Несмотря на большое значеніе этой практической цѣли, ихъ превосходительства желаютъ ясно подчеркнуть, что единственная цѣль вводимыхъ курсовъ состоитъ въ томъ, чтобы служить средствомъ для умственнаго развитія учениковъ. При оцѣнкѣ исполненныхъ работъ окружные инспектора должны будутъ поэтому обращать большее вниманіе на ихъ духъ и методологическія качества, на умственное развитіе, инициативу и увѣренность, обнаруженные учениками, чѣмъ на количество пріобрѣтенныхъ для экзамена знаній.

Г. Крэкъ.

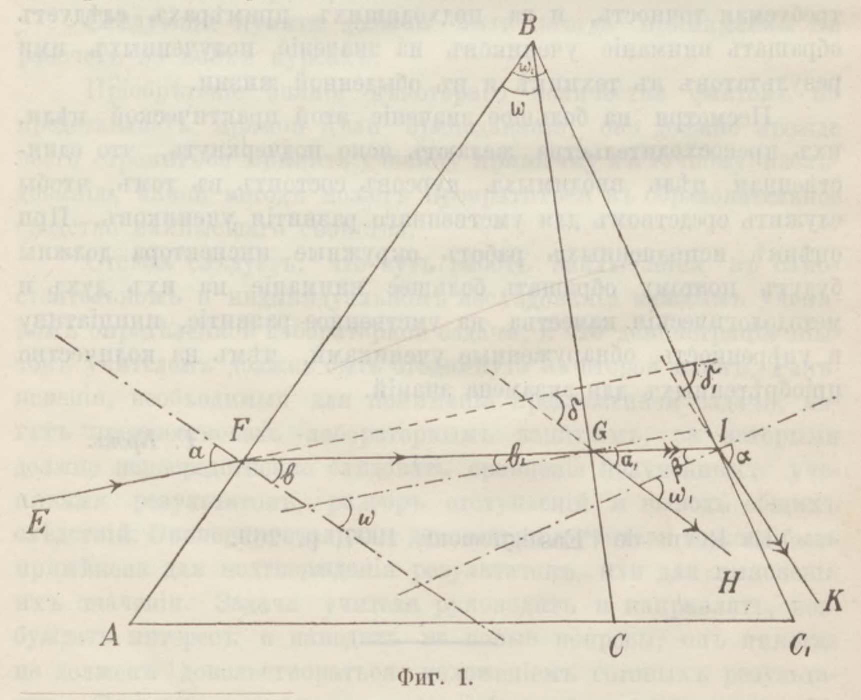
La Revue de l'Enseignement, 1907, p. 269.

Къ вопросу объ элементарномъ математическомъ доказательствѣ въ физикѣ.

А. Вольфенсона [1]).

Профессоръ H. Kefeгstein въ Zeitschr. f. Physik. u. Chemisch. Unterricht, 1907, II, предлагаетъ „физическое" доказательство условія наименьшаго отклоненія луча въ призмѣ. Одинаковыми соображеніями пользуюсь и я въ классномъ преподаваніи для рѣшенія болѣе простого вопроса геометрической оптики о томъ, что отклоненіе луча призмой увеличивается съ увеличеніемъ ея преломляющаго угла.

Непосредственное и общее доказательство приведеннаго положенія представляетъ для элементарнаго преподаванія извѣстный интересъ, такъ какъ на немъ часто основывается объясненіе преломленія лучей въ линзахъ.



Фиг. 1.

[1]) Докладъ въ Варшавск. кружкѣ преподават. физики и математ. 21 октября 1906 г.

Построивъ ходъ луча въ призмѣ ABC (фиг. 1), отклонимъ, согласно съ опытной повѣркой доказываемаго положенія, грань BC до BC_1, не нарушая грани AB и хода луча $EFGI$ отъ источника свѣта до выхода изъ призмы. Построимъ затѣмъ при точкѣ I углы β и α, паденія и преломленія, при выходѣ луча изъ призмы съ преломляющимъ угломъ ω_1, а также углы δ и δ_1, измѣряющіе отклоненіе луча въ обоихъ случаяхъ. Дано: $\omega_1 > \omega$, требуется доказать, что $\delta_1 > \delta$?

Какъ извѣстно и какъ видно изъ построенія $\delta = a - b + a_1 - b_1$, а $\delta_1 = a - b + \alpha - \beta$, и весь вопросъ сводится къ доказательству неравенства: $\alpha - \beta > a_1 - b_1$, въ которомъ $\alpha > a_1$ и $\beta > b_1$, послѣднее вытекаетъ изъ равенствъ $b + b_1 = \omega$ и $b + \beta = \omega_1$, откуда слѣдуетъ, что $\beta > b_1$ и потому $\alpha > a_1$.

1-ое рѣшеніе. Принимая во вниманіе, что углы α, β, a_1, b_1 связаны соотношеніемъ

$$\frac{Sn\,\alpha}{Sn\,\beta} = \frac{Sn\,a_1}{Sn\,b_1} = n, \text{ или } \frac{Sn\,\alpha - Sn\,\beta}{Sn\,\beta} = \frac{Sn\,a_1 - Sn\,b_1}{Sn\,b_1},$$

или

$$\frac{2\,\text{Sin}\,\frac{\alpha - \beta}{2}\,\text{Cos}\,\frac{\alpha + \beta}{2}}{Sn\,\beta} = \frac{2\,\text{Sin}\,\frac{a_1 - b_1}{2}\,\text{Cos}\,\frac{a_1 + b_1}{2}}{Sn\,b_1},$$

и что углы a_1, b_1, α, β меньше 90^0, заключаемъ, что изъ условія $Sn\,\beta > Sn\,b_1$ слѣдуетъ

$$\text{Sin}\,\frac{\alpha - \beta}{2}\,\text{Cos}\,\frac{\alpha + \beta}{2} > \text{Sin}\,\frac{a_1 - b_1}{2}\,\text{Cos}\,\frac{a_1 + b_1}{2},$$

но такъ какъ

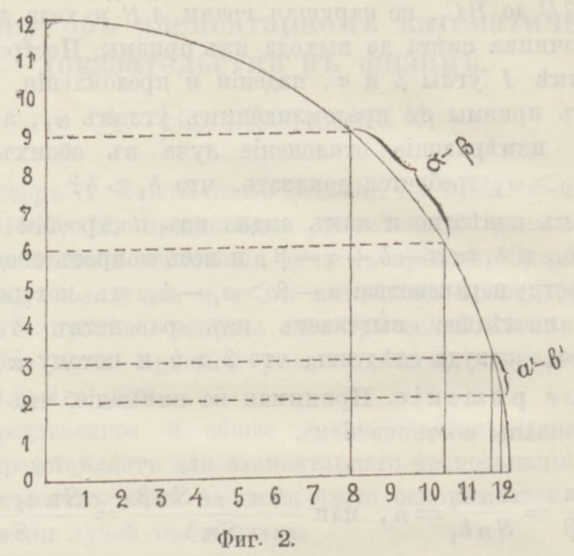
$$\text{Cos}\,\frac{\alpha + \beta}{2} < \text{Cos}\,\frac{a_1 + b_1}{2},$$

то

$$\text{Sin}\,\frac{\alpha - \beta}{2} > \text{Sin}\,\frac{a_1 - b_1}{2}, \text{ или } \alpha - \beta > a_1 - b_1.$$

2-ое рѣшеніе, графическое. Принимая во вниманіе, что основаніемъ доказательства служитъ извѣстное свойство синуса остраго угла, растущаго съ увеличеніемъ угла сначала

быстро, а затѣмъ все медленнѣе, можно ограничиться слѣдующимъ рѣшеніемъ задачи:



Фиг. 2.

Начертить на разграфленной бумагѣ четверть круга и построить 2 пары синусовъ, находящихся въ данномъ отношеніи, напримѣръ, равномъ показателю преломленія стекла (фиг. 2).

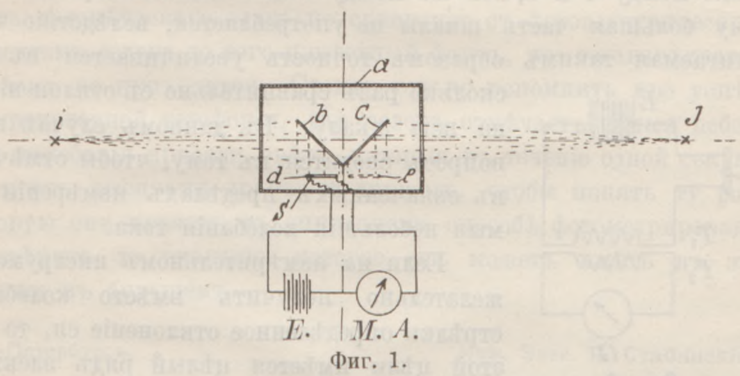
$$n = \frac{3}{2} = \frac{Sn\,a'}{Sn\,b'} \text{ и } n = \frac{9}{6} = \left(\frac{3}{2}\right) = \frac{Sn\,\alpha}{Sn\,\beta};$$

тогда непосредственно изъ чертежа видно, что $\alpha - \beta > a' - b'$.

Вполнѣ раздѣляя мнѣніе проф. Кефернштейна, что идеаломъ доказательства въ физикѣ является такое доказательство, каждый шагъ котораго естественно согласованъ съ ходомъ явленія, я тѣмъ не менѣе думаю, что „математическое“, для простоты доказательства, слѣдуетъ выдѣлять изъ общаго разсмотрѣнія вопроса.

Новый селеновый фотометръ.

Колоссальный прогрессъ во всѣхъ областяхъ техники произвелъ за послѣднее время также значительный переворотъ и въ области фотометріи. Несовершенство извѣстныхъ до сихъ поръ способовъ измѣренія въ фотометріи является уже издавна однимъ изъ наисущественныхъ вопросовъ измѣрительной техники. Тѣмъ лицамъ, которымъ приходилось долгое время имѣть дѣло съ фотометрическими измѣреніями, извѣстно, въ какой степени неточны примѣняемые въ настоящее время методы фотометрированія. Они страдаютъ, главнымъ образомъ, троякаго рода ошибками: однѣ проистекаютъ отъ несовершенства примѣняемыхъ аппаратовъ; другія—отъ недостаточной чувствительности человѣческаго глаза; наконецъ, третьи—отъ неодинако-



Фиг. 1.

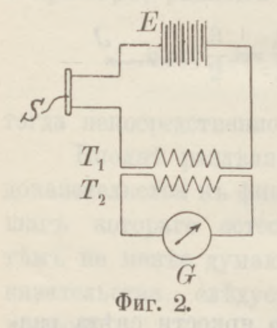
вой чувствительности глаза къ опредѣленію яркости свѣта разныхъ цвѣтовъ. Всѣ эти недостатки совершенно устраняются новой конструкціей селеноваго фотометра. Главная принципіальная особенность новаго фотометра заключается въ томъ, что селеновый элементъ попеременно переводится изъ сферы дѣйствія измѣряющей лампы въ сферу дѣйствія лампы, предназначенной для фотометрированія.

На фиг. 1-й представлено схематическое устройство новаго фотометра. *J* и *i* суть оба источника свѣта, которые установ-

лены на фотометрическомъ станкѣ; *b* и *c* – два зеркала, которыя отражаютъ по одному направленію свѣтовые лучи обоихъ источниковъ свѣта. Селеновый элементъ *S* переходитъ поперемѣнно изъ положенія *d* въ *e* и обратно и освѣщается то одной, то другой лампой. Селеновый элементъ соединенъ послѣдовательно съ миллиамперметромъ *M. A.* и батареей *E*. Если оба освѣщенія одинаковы, то стрѣлка миллиамперметра занимаетъ постоянное положеніе; если же освѣщеніе обѣихъ лампъ неодинаково, то стрѣлка инструмента приходитъ въ колебательное состояніе, которое тѣмъ больше, чѣмъ больше разница въ освѣщеніяхъ.

Перемѣщеніемъ фотометра или одного изъ источниковъ свѣта на фотометрическомъ станкѣ легко достигнуть того, чтобы освѣщеніе съ обѣихъ сторонъ было одинаково точно такъ, какъ это дѣлается при примѣненіи другихъ употребительныхъ способовъ фотометрированія.

Примѣняемый въ этомъ случаѣ миллиамперметръ показываетъ максимально 6 миллиамперъ, отсчетъ же производится только между 4 и 6, или же между 5 и 6 миллиамперами. Поэтому большая часть шкалы не употребляется, вслѣдствіе чего достигаемая такимъ образомъ точность увеличивается въ нѣсколько разъ сравнительно съ отклоненіемъ на всю шкалу. Въ данномъ случаѣ весь вопросъ сводится къ тому, чтобы отмѣчать въ означенныхъ предѣлахъ измѣренія самыя небольшія колебанія тока.



Фиг. 2.

Если на измѣрительномъ инструментѣ желательно получить вмѣсто колебаній стрѣлки опредѣленное отклоненіе ея, то для этой цѣли имѣется цѣлый рядъ электрическихъ соединеній. Самымъ простымъ приспособленіемъ въ этомъ смыслѣ является трансформаторное соединеніе, представленное на фиг. 2-й. Здѣсь селеновый элементъ *S* находится въ послѣдовательномъ соединеніи съ батареей *E* и первичной обмоткой трансформатора T_1, между тѣмъ какъ вторичная его обмотка T_2 включена въ цѣпь гальванометра *G* перемѣннаго тока. Лишь только колебанія тока въ первичной цѣпи становятся равными нулю, то во вторичную цѣпь токъ больше не поступаетъ. Измѣрительный инструментъ перемѣн-

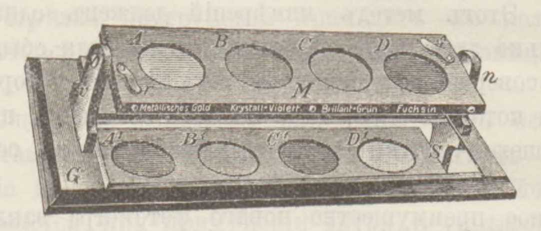
наго тока показываетъ отклоненіе только такъ долго, пока освѣщенія селеноваго элемента, получаемыя отъ обоихъ свѣтовыхъ источниковъ, различны, причемъ отклоненіе стрѣлки тѣмъ больше, чѣмъ больше разность освѣщеній. Такъ какъ въ данномъ случаѣ равенство освѣщеній соотвѣтствуетъ нулевому положенію стрѣлки измѣрительнаго инструмента, то послѣдній можетъ быть взятъ съ какой угодно чувствительностью, и такимъ путемъ можетъ быть достигнута какая угодно степень точности измѣреній. Этотъ методъ измѣреній долженъ однако примѣняться только для строго научныхъ цѣлей, для обыденныхъ же измѣреній совершенно достаточенъ тотъ пріемъ, который описанъ вначалѣ и который уже самъ по себѣ обладаетъ почти въ 10 разъ большею чувствительностью сравнительно со всѣми до сихъ поръ употребительными фотометрами.

Главное преимущество новаго фотометра заключается въ томъ, что, благодаря особенной чувствительности селена, малѣйшее измѣненіе въ освѣщеніи немедленно передается измѣрительному прибору, между тѣмъ какъ въ другихъ фотометрахъ его приходится опредѣлять простымъ глазомъ. А нечувствительность человѣческаго глаза по сравненію съ фотоэлектрическимъ эффектомъ селена до того извѣстный фактъ, что останавливаться на немъ не приходится Стоитъ только вспомнить про успѣхи безпроволочной телефоніи, гдѣ селенъ отмѣчаетъ самыя небольшія колебанія яркости свѣта, которыя въ теченіе одной секунды слѣдуютъ тысячами другъ за другомъ, чтобы понять ту роль, которую онъ играетъ въ описанномъ способѣ фотометрированія, и оцѣнить то значеніе, которое онъ можетъ имѣть въ этой области въ будущемъ.

С.-Петербургъ. Инж. Элек. П. Стабинскій.

Физическій кабинетъ.

1. *Аппаратъ проф. Г. Гартля.* Для демонстраціи разницы между цвѣтами лучей, отраженныхъ отъ окрашенныхъ поверхностей и прошедшихъ черезъ нихъ, Уманнъ построилъ очень простой, дешевый и наглядный приборъ, который изображенъ на (фиг. 1). Въ дощечкѣ *M* вставлены стекла, покрытыя тонкимъ



Фиг 1.

слоемъ золота, кристаллъ-віолета, бриллiантовой зелени и фуксина, а подъ нею помѣщено зеркало *S*. Повернувъ дощечку *M* относительно свѣта такъ, чтобы отраженные лучи отъ стеколъ *A*, *B*, *C*, *D* были наиболѣе интенсивны, мы замѣчаемъ въ то-же самое время лучи *A' B' C' D'*, идущіе отъ зеркала *S*; эти послѣдніе образуются послѣ прохожденія черезъ соотвѣтственныя стекла ряда *A*, *B*, *C*, *D*. Такимъ образомъ наблюдатель сразу видитъ разницу между окраскою лучей, отраженныхъ отъ окрашенныхъ поверхностей и прошедшихъ черезъ нихъ, а именно: *A* блестящій золотой, *A'*—сѣрозеленый; *B*—латунный; *B'*—фіолетовый; *C*—красно-мѣдный, *C'*—изумрудный; *D*—золотисто-зеленый; *D'*—красный. Цѣна аппарата всего 6 марокъ, а получить его можно или отъ фирмы Гугерсгофа въ Москвѣ, или же отъ фирмы Лейбольдта въ Кёльнѣ на Рейнѣ.

2. *Упрощенная рентгенографія.* Обыкновенный способъ полученія рентгенографій состоитъ въ томъ, что X-лучи дѣйствуютъ на фотографическую пластинку, спрятанную въ кассетѣ. Экспонированную пластинку проявляютъ и фиксируютъ и затѣмъ съ ея помощью отпечатываютъ снимокъ на свѣточувствительной бумагѣ.

Я употребляю для полученія рентгенографій болѣе простой способъ. Въ пакетъ изъ черной бумаги я кладу въ темной комнатѣ нѣсколько листовъ бромо - серебряно - желатинной бумаги,

которую и помѣщаю подъ рентгенографируемый предметъ. Надъ предметомъ я располагаю трубку Крукса и пропускаю чрезъ нее разрядъ отъ катушки Румкорфа. Послѣ этого въ темной-же комнатѣ, при свѣтѣ краснаго фонаря, я обливаю бумагу проявителемъ и получаю вполнѣ отчетливый рентгенографическій отпечатокъ изслѣдуемаго предмета. Такимъ образомъ употребленіе стеклянныхъ фотографическихъ пластинокъ оказывается совершенно ненужнымъ.

Изображеніе фиксируется, какъ обыкновенно. Рентгенографіи, получаемыя такимъ способомъ, отличаются отъ обыкновенныхъ только тѣмъ, что онѣ остаются негативными, а потому болѣе плотныя части рентгенографируемыхъ предметовъ получаются бѣлыми на темномъ фонѣ, тогда какъ на обыкновенныхъ позитивныхъ рентгенографіяхъ онѣ выходятъ темными на свѣтломъ фонѣ.

Описываемый способъ полученія рентгенографій непосредственно на бумагѣ имѣетъ очевидныя преимущества сравнительно съ негативно-позитивнымъ: 1. Изображенія получаются болѣе отчетливыми. 2. Весь процессъ полученія изображенія длится не болѣе 10 минутъ. 3. Изображенія легко получаются такихъ размѣровъ (2—3 арш. длиною), для которыхъ приготовленіе и пересылка стеклянныхъ пластинокъ были-бы весьма затруднительны. 4. Отпечатки получаются сразу въ 10—20 экземплярахъ.

Проявленіе можетъ быть сдѣлано мягкой кистью или губкой, причемъ не требуется громоздкихъ кюветъ.

Пултускъ. *В. Зиновьевъ.*

3. *Полюсная бумажка.* Для опредѣленія знака электродовъ обыкновенно употребляется фильтровальная или иная непроклеенная бумага, пропитанная селитрой и фенолъ-фталеиномъ. Если такую бумажку смочить и приложить къ ней концы проводовъ, соединенныхъ съ источникомъ тока, то подъ проволокой, идущей отъ катода (—), получается красное пятно. Такая бумажка легко приготовляется. Удобно взять толстую пропускную бѣлую бумагу, смочить ее 5% или 10% растворомъ селитры въ водѣ и просушить. Затѣмъ смочить ее 1% растворомъ фенолъ-фталеина въ спиртѣ, просушить и нарѣзать полосками. Болѣе крѣпкіе растворы даютъ такую бумагу, которая потомъ трудно смачивается. Селитру можно съ успѣхомъ замѣнить другой ней-

тральной солью калія или натрія, напримѣръ: поваренной, глауберовой, двууглекислымъ каліемъ. Бумага годится для опредѣленія полюсовъ не только въ цѣпи низкаго напряженія (даетъ результаты съ однимъ элементомъ), но ею можно также пользоваться, если къ тому приспособиться, и при искровомъ разрядѣ.

А. Любанскій.

Библіографія.

1. *Annuaire pour l'an 1908*, publié par le Bureau de Longitudes à Paris. Gauthier Villars. Prix 1 fr. 50 c.

Книгоиздательство Г. Виллара (Paris, Quai des Grands-Augustins, 55) только что выпустило въ свѣтъ „Ежегодникъ Бюро долготъ на 1908". Въ этомъ объемистомъ томѣ въ 950 страницъ кромѣ астрономическихъ данныхъ собрано очень много таблицъ, имѣющихъ отношеніе къ физикѣ, къ химіи и къ инженерному искусству. Отмѣтимъ въ особенности статьи Г. Бигурдана: „О разстояніи звѣздъ, въ особенности постоянныхъ"; Э Гьюу: „Школа практической астрономіи въ Обсерваторіи Монсури"; Г. Деландра: „Объ интернаціональномъ союзѣ для изслѣдованія солнца" и некрологи астрономовъ М. Леви и К. Треніе.

2. *Leybold's Nachfolger.* Erster Nachtrag zum Preisverzeichnis physikalischer Apparate. S V + 903 — 1098.

Какъ видно изъ заглавія, это новое изданіе фирмы Э-Лейбольда въ Кельнѣ составляетъ продолженіе къ такъ называемому Юбилейному Каталогу, изданному ею по случаю 50 лѣтняго существованія. Выпускъ Юбилейнаго каталога, объемомъ въ 900 страницъ in 4⁰ при 3000 фигурахъ, былъ въ свое время встрѣченъ весьма сочувственно многими физиками и спеціальными физическими журналами. Первое прибавленіе къ нему заслуживаетъ также нашего полнаго вниманія. На протяженіи 200 страницъ здѣсь помѣщенъ рядъ новѣйшихъ приборовъ и цѣлыхъ собраній, подготовленныхъ за этотъ промежутокъ времени различными лицами. Такимъ образомъ мы находимъ всѣ данныя: о ртутномъ насосѣ Геде; о коллекціяхъ Гримзеля, Ноака, Ребенсторфа, Вейгольда; о различныхъ аппаратахъ

для изслѣдованій по радіоактивности, жидкимъ кристалламъ и другимъ отдѣламъ физики. Въ этомъ каталогѣ даны не только справочныя цѣны, но и краткія описанія съ литературными укзаніями. Многіе аппараты интересны по своей дешевизнѣ, а другіе по своей новизнѣ, напримѣръ: тангенсъ-гальванометръ въ 60 марокъ (№ 8979); алюминіевый электрометръ чувствительный до 2 вольтъ въ 70 м. (№ 8981); индукторъ съ струннымъ прерывателемъ въ 28 м. (№ 8990); термическій гальванометръ въ 36 м. (№ 9004); магнитные вѣсы въ 58 м. (№ 9006); оптическая скамейка за 8 м. (№ 9013); наборъ чечевицъ въ 30 штукъ 36 м. № 9014); лекціонные вѣсы Шведова въ 135 м. № (9176); интерференціонный аппаратъ Квинке въ 36 м. (№ 9192); новый аппаратъ Рубенса для механическаго эквивалента тепла въ 175 м. (№ 9206); новаго типа проекціонные столы въ 320 м. (№ 9213); поляризаціонный аппаратъ, состоящій изъ поляризатора и анализатора, въ 8.5 м. (№ 9237); бипризма Винкельмана для интерференціи свѣта въ 18 м. (№ 9238); аппаратъ Гартля для наблюденія поверхностныхъ цвѣтовъ въ 6 м. (№ 9252); электростатическая машина съ электромоторомъ въ 110 м. (№ 9259); мостикъ Кольбе въ 65 м. (№ 9297); наборъ новыхъ лампъ Нернста, осьміевой, осрамовой, танталовой и др. (№ 9299); индукціонная катушка для градуированія балистическаго гальванометра въ 25 м. (№ 9304); аппараты Друде для измѣренія длины волнъ и діэлектрическихъ постоянныхъ въ 135 м. (№ 9316—9317); аппараты Флеминга для измѣренія емкости и самоиндукціи въ 400 м (№ 9314).

Въ концѣ этого прибавленія приведены всѣ 146 задачъ для классныхъ практическихъ упражненій по списку книги Ноака съ реестромъ приборовъ для каждой задачи и съ указаніемъ цѣнъ. Изъ этой расцѣнки видно, что постановка каждой задачи обходится отъ 20 до 300 марокъ, причемъ очень многія задачи стоютъ не болѣе 100 м. Въ этомъ-же прибавленіи мы находимъ подробное описаніе двойного термоскопа проф. Лоозера-Эссена и примѣненіе его къ 160 различнымъ поучительнымъ опытамъ. На этотъ приборъ, сравнительно мало распространенный въ нашемъ преподаваніи, слѣдуетъ обратить вниманіе. *Г. Де-Метцъ.*

Хроника.

1. *Безпроволочный телеграфъ между Парижемъ и Бизертою.* Въ январѣ мѣсяцѣ 1907 года была послана телеграмма по безпроволочному телеграфу изъ Парижа въ Бизерту на разстояніи 1400 км. Нужно, однако, замѣтить, что это разстояніе не есть максимальное, такъ какъ въ хроникѣ безпроволочнаго телеграфа уже отмѣчено, что однажды удалось передавать сигналы на разстояніи 2000 км. между станціею на мысѣ Лизарда въ Ю. З. Англіи и портомъ Бари въ Южной Италіи, черезъ цѣпь Альпійскихъ горъ. Эти опыты показываютъ, что теперь по новому способу изъ центра Европы легко телеграфировать во всѣ ея концы. Illustration, 1907 p. 79.

2. *Плавленіе тантала.* Въ настоящее время Сименсъ и Гальске изготовляютъ лампочки накаливанія съ танталовымъ волокномъ; такъ какъ температура плавленія тантала равна 2910°, то при фабрикаціи волоконъ встрѣтились большія трудности. Скоро, однако, трудности были побѣждены. Помѣстивъ данную массу тантала въ качествѣ анода въ трубку Крукса и пропустивъ токъ, они при помощи катодныхъ лучей не только нагрѣваютъ танталъ, но и плавятъ его въ очень короткое время. Revue d'Électrochimie, 1907, p. 344.

3. *Атомный вѣсъ радія.* Г-жа Кюри имѣла въ своемъ распоряженіи 0,4 gr. чистаго хлористаго радія. Изъ трехъ серій очень согласныхъ между собою измѣреній она нашла, что атомный вѣсъ $Rd = 226,18$, считая $Ag = 107,8$ и $Cl = 35,4$. Revue d'Électrochimie 1907, p. 421.

4. *Способъ Дюара приготовленія пустоты.* Дюаръ рекомендуетъ новый способъ приготовленія пустоты, основанный на томъ, что древесный уголь легко поглощаетъ газы при низкихъ температурахъ. Revue d'Électrochimie, 1907, p. 352.

5. *Imperial College of Science.* Съ 1 января 1908 года открывается въ Лондонѣ особый институтъ для изученія химіи и металлургіи. Этому Колледжу сдѣланы очень крупныя пожертвованія, а именно: А. Бейтомъ 3.750.000 и Вюнеромъ— 1.250.000 франковъ. Revue d'Électrochimie, 1907, p. 425.

6. *Высота подъема баллоновъ зондовъ.* Для изслѣдованія верхнихъ слоевъ атмосферы теперь періодически пускаютъ съ различныхъ обсерваторій баллоны зонды. Интересно отмѣтить наблюденныя высоты, а именно:

5 сентября	1907 г.	въ обсерваторіи		Юкль	25.989	метр.
3 мая	1906 г.	»	»	Страсбургъ	24.200	»
8 ноября	1906 г.	»	»	Павія	23.890	»
7 іюня	1906 г.	»	»	Миланъ	23.800	»

Ciel et Terre, 1907, p. 391.

7. *Національзація падающихъ водъ въ Италіи* поставлена на очередь въ парламентѣ. Инженеръ Азаріо вычислилъ, что полезная работа водъ Италіи можетъ достигнуть 600.000 лош. силъ, и что умѣлая эксплуатація ея принесетъ государству ежегодную экономію въ 200 милліоновъ франковъ. Такой-же тщательный подсчетъ дѣлаютъ и въ Швейцаріи. Рейвалъ нашелъ недавно, что истоки Рейна, принадлежащіе Швейцаріи, могутъ ежегодно дать минимумъ работы въ 47280 лош. силъ. Эти два примѣра показываютъ все огромное значеніе падающихъ водъ въ техническомъ и хозяйственномъ отношеніяхъ.

L'Éclairage électrique, 1907, № 40.

Почтовый ящикъ.

Ни одинъ изъ предметовъ гимназическаго курса не представляетъ такихъ трудностей для преподаванія, какія представляетъ физика,—наука вѣчно юная, идущая быстрыми шагами впередъ къ раскрытію тайнъ окружающей насъ природы. Въ этой области человѣческихъ знаній открытія такъ быстро слѣдуютъ одно за другимъ, что разобраться во всей массѣ новыхъ фактовъ часто является не подъ силу не только преподавателю средней школы, заваленному уроками, но часто и лицамъ, ближе стоящимъ къ этой наукѣ. У преподавателя возникаетъ масса вопросовъ и сомнѣній, которые въ большинствѣ случаевъ, ему предоставлено разрѣшать самому, такъ какъ часто въ томъ городѣ, гдѣ онъ состоитъ преподавателемъ, нѣтъ лица, съ которымъ онъ могъ бы подѣлиться своими мыслями; библіотеки же нашихъ среднихъ школъ крайне бѣдны пособіями по физикѣ. Но не только въ этомъ быстромъ ростѣ физики заключается трудность ея преподаванія. Вторая трудность заключается въ слѣдующемъ. Преподаватель обязанъ сопровождать свои объясненія опытами, а производство опытовъ — это цѣлое искусство, которое дается не сразу, а пріобрѣтается годами. Далѣе, на обязанности преподавателя лежитъ забота о пополненіи физическаго кабинета новыми приборами, и эта забота

является далеко не легко выполнимой. Не рѣдко преподавателю приходится по многимъ причинамъ разочаровываться въ тѣхъ приборахъ, которые онъ выписалъ по каталогамъ и которые казались ему вполнѣ подходящими для той цѣли, для какой они были выписаны. Наконецъ, преподаватель долженъ заботиться объ исправности находящихся въ его вѣдѣніи приборовъ. И это выполнить преподавателю далеко не легко, если онъ самъ не знакомъ хотя бы съ простѣйшими пріемами слесарнаго дѣла. Если въ большомъ городѣ трудно найти мастера, который къ сроку исправилъ бы отданный ему въ починку приборъ, то что можно сказать о провинціи? Приборы годами лежатъ неисправными, „не дѣйствуютъ". Изъ всего сказаннаго ясно, что у преподавателя, особенно начинающаго свою дѣятельность, можетъ возникать масса вопросовъ по различнымъ статьямъ: „гдѣ можно прочесть о томъ-то и о томъ-то", „какъ и съ какимъ приборомъ удобнѣе всего показать тотъ или другой опытъ", „что слѣдуетъ выписывать и чего не слѣдуетъ", „отчего приборъ можетъ не дѣйствовать и какъ его исправить" и т. д.

Желая придти на помощь преподавателямъ, редакція „Физическаго Обозрѣнія" рѣшила открыть при журналѣ „Почтовый ящикъ", куда преподаватели могли бы адресовать свои запросы. Въ виду, однако, возможности большого количества такихъ запросовъ Редакція не можетъ принять исключительно на себя обязанность давать отвѣты на эти вопросы, а обращается съ просьбой къ г.г. подписчикамъ помочь ей въ этомъ новомъ дѣлѣ и по мѣрѣ возможности присылать ей съ своей стороны отвѣты на вопросы, адресованные въ „Почтовый ящикъ".

Такимъ образомъ можетъ установиться обмѣнъ мыслей между преподавателями, отчего самое преподаваніе физики, безъ сомнѣнія, выиграетъ.

Вся переписка по „Почтовому ящику" должна сопровождаться полнымъ именемъ автора и указаніемъ его адреса.

